

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Katedra hodnocení textilií

Studijní program: N3108 – Průmyslový management

Studijní obor: 3106T014 – Produktový management – Textil

Použití přírodních pracích prostředků v údržbě velmi zatěžovaných textilií

Use of natural detergents in maintenance of heavily used textiles

Diplomová práce

KHT - 048

Autor: **Bc. Petr Kučera**
Vedoucí práce: Ing. Stanislav Sedláček
Konzultant: Ing. Pavla Těšínová Ph.D.

<u>Počet stran:</u>	<u>Počet obrázků:</u>	<u>Počet tabulek:</u>	<u>Počet příloh:</u>
111	32	18	2

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMELECKÉHO DÍLA, UMELECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr KUČERA**
Osobní číslo: **T09000166**
Studijní program: **N3108 Průmyslový management**
Studijní obor: **Produktový management - Textil**
Název tématu: **Použití přírodních pracích prostředků v údržbě velmi zatěžovaných textilií**
Zadávající katedra: **Katedra hodnocení textilií**

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte teoretickou řešení na téma vlivu praní na životní prostředí. Definujte druhy praní a další způsoby údržby textilií.
2. Proveďte zkoušky antibakteriálnosti na oděvních výrobcích vystavených nošení. Při praní použijte běžný prací prostředek a Organix přírodní prací prostředek.
3. Proveďte vybrané zkoušky na zjištění změny vlastností po praní u materiálů pro domácí použití a zhodnoťte rozdílnost výsledků podle použitého pracího prostředku.
4. Výsledky zhodnoťte především z hlediska použití různých druhů pracích prostředků a jejich vlivu na testované textilie.



Rozsah grafických prací: **50 - 60 stran**
Rozsah pracovní zprávy: **tisková/elektronická**
Forma zpracování diplomové práce: **tisková/elektronická**
Seznam odborné literatury:

Li, Y., Dai, X.-Q. Biomechanical engineering of textiles and clothing. Cambridge : CRC Press, The Textile Institute, Woodhead publishing, 2006. ISBN 1-84569-052-4
MORTON, W.E., HEARLE, J.W.S. Physical properties of textile fibres. Cambridge : Woodhead Publishing in textiles, CRC Press, The Textile Institute, 2008. 776 s. ISBN 978-1-84569-220-9.
ČSN EN ISO 20645 (800885) Plošné textilie - Zjišťování antibakteriální aktivity - Zkouška šíření agarovou destičkou. Katalogové číslo: 72876. Vy-
dána: 06.2005. Účinnost: 2005-07-01

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Stanislav Sedláček**
Interes21
Konzultant diplomové práce: **Ing. Pavla Těšínová, Ph.D.**
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání diplomové práce: **29. října 2010**
Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2011**

prof. RNDr. Alena Lináková, CSc.
děkan



Ing. Vladimír Bažant, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 1. listopadu 2010

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum: V Liberci dne 2. 5. 2011

Podpis:

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Stanislavu Sedláčkovi za ochotu při konzultacích a odborný dohled, který mi poskytl.

Dále chci poděkovat paní Ing. Pavle Těšínové Ph.D., která se mi vždy ochotně a ráda věnovala a poskytla mi vždy cenné informace a rady. Poděkování patří i ostatním zaměstnancům TUL, kteří mi poskytli odborný dohled v průběhu experimentů, a měl jsem možnost s nimi spolupracovat.

Nemohu též opomenout poděkovat svým rodičům a své přítelkyni, kteří mě po celou dobu studia podporovali a byli mi i moudrými rádci.

Anotace

Rešeršní část diplomové práce se zabývá vlivem praní na životní prostředí. Identifikuje problémy vzniklé v důsledku praní a klasifikuje jejich vliv na životní prostředí. Je definováno praní z pohledu, k jakým procesům při praní dochází a jak jsou nečistoty ulpělé na textilií odstraňovány. Praní je rovněž rozděleno podle sektoru a zařízení, ve kterém probíhá.

Experimentální část srovnává běžné syntetické prostředky Persil s přírodními pracími prostředky Organic, které jsou na jednoduché bázi mýdla. Srovnání prostředků probíhalo v několika aspektech prostřednictvím několika zkoušek. Bylo zjišťováno, zda mají prostředky Persil a Organic schopnost dodávat textiliím antibakteriální ochranu a ovlivňovat výsledné pH textilie po jejím zátěžovém použití. Dále bylo zjišťováno, jakou mírou zvyšují savost textilie a s jakou intenzitou dochází k odepírání barviva a změně barevného odstínu textilie.

Klíčová slova

Praní, prací prostředek (detergent), životní prostředí, antibakteriální, pH, vzlínavost, stálobarevnost.

Annotation

Search part of thesis describes influence of washing process to environment. It identify problems incurred in consequence washing process and classifies their influence to environment. Washing process was defined. This thesis describes processes which could happen in washing process and how junks are stripped from textile. Washing process is divided according to sector and arrangement, which it proceeds in.

Experimental part compares current synthetic detergents Persil with natural detergents Organic. Natural detergents Organic are based on simple base of soap. Comparing was executed by means of several examinations. It was tested, whether Persil and Organic detergents have ability to supply textiles with antibacterial protection and to create a final pH of textiles after its ballast use. Further there was tested, what an influence the detergents have to a rate of textiles suction capacity increasing and how much there was textile color shade changed.

Key words

Washing, detergent, environment, antibacterial, pH, capillarity, color stability.

Seznam použitých zkratk

ČOV.....	čistírna odpadních vod
PAL.....	povrchově aktivní látky
EU.....	Evropská unie
G.....	gradient rychlosti transportu nečistoty ze substrátu do prací lázně [$\text{kg.kg}^{-1}.\text{m.s}^{-1}$]
D.....	difúzní koeficient [$\text{m}^2.\text{s}^{-1}$]
h.....	difúzní dráha nečistoty adsorbované na povrchu substrátu [m]
c_1	koncentrace nečistoty na substrátu [kg.kg^{-1}]
c_2	koncentrace nečistoty v prací lázni [kg.kg^{-1}]
R.....	plynová konstanta
T.....	teplota [$^{\circ}\text{C}$]
H.....	viskozita
r.....	poloměr částic difundující nečistoty
H_i	inhibiční zóna [mm]
D_i	celková šíře vzorku materiálu a inhibiční zóny [mm]
d.....	šíře vzorku materiálu [mm]
IS.....	interval spolehlivosti

Obsah

Úvod.....	11
1 Vliv praní na životní prostředí	13
1.1 Fosforečnany a jejich vliv na životní prostředí:	14
1.1.1 Podíl detergentů na výsledné koncentrace fosforu v odpadních vodách: .	15
1.1.2 Problémy vzniklé obsahem fosforečnanů v povrchových vodách:	18
1.1.3 Náhrada fosforečnanů:	22
1.2 Povrchově aktivní látky (tenzidy) a jejich vliv na životní prostředí:	25
1.2.1 Problémy vzniklé obsahem tensidů v povrchových vodách:.....	26
1.2.2 Biodegradabilita tensidů:	27
1.2.3 Koncentrace tensidů v povrchových vodách:	28
1.3 Další látky detergentů zatěžující životní prostředí:.....	29
1.3.1 Plnidla:	29
1.3.2 Avivážní prostředky:.....	30
1.3.3 Přípravky pro odstraňování skvrn:.....	30
1.4 Shrnutí	31
2 Druhy praní a další způsoby údržby textilií.....	34
2.1 Druhy praní	34
2.1.1 Spotřebitelské praní:	34
2.1.2 Technologické praní:	35
2.1.3 Další způsoby údržby textilií:	37
2.2 Prací proces:	38
2.2.1 Smáčení:.....	38
2.2.2 Vlastní praní:.....	38
2.2.3 Oplachování:	41
2.3 Princip působení pracího prostředku.....	41

3	Experimentální část.....	43
3.1	Specifikace použitých pracích prostředků, použitých zkušebních materiálů a pracího procesu	43
3.1.1	Přírodní prací prostředky Organic:	44
3.1.2	Detergenty Persil:	46
3.1.3	Materiály a výrobky použité pro testování:	47
3.1.4	Specifikace pracího procesu:	50
3.2	Zjišťování antibakteriální aktivity.....	51
3.2.1	Bakteriální kmeny použité pro zkoušku:	54
3.2.2	Postup zkoušky:	56
3.2.3	Vyhodnocení zkoušky:	57
3.2.4	Shrnutí:.....	61
3.3	Zjišťování hodnoty pH vodného výluhu	62
3.3.1	Postup zkoušky:	63
3.3.2	Vyhodnocení zkoušky:	65
3.3.3	Vyhodnocení výsledných hodnot pH v alkalickém potu:	66
3.3.4	Vyhodnocení výsledných hodnot pH v kyselém potu:	68
3.3.5	Faktory ovlivňující výsledné hodnoty pH:	70
3.3.6	Shrnutí:.....	71
3.4	Vzlínání – stanovení sací výšky	72
3.4.1	Postup zkoušky:	73
3.4.2	Vyhodnocení napínacích prostředků:.....	76
3.4.3	Vyhodnocení ručníků:.....	79
3.4.4	Vyhodnocení saténového povlečení:	84
3.4.5	Shrnutí:.....	90
3.5	Zkoušky stálobarevnosti.....	91
3.5.1	Postup zkoušky:	92

3.5.2	Vyhodnocení napínacích prostředků:.....	93
3.5.3	Vyhodnocení ručníků:.....	94
3.5.4	Vyhodnocení saténového povlečení:	96
3.5.5	Shrnutí:.....	98
4	Závěr	101
	Seznam použité literatury	105
	Seznam použitých obrázků	108
	Seznam použitých tabulek	110
	Příloha.....	112

Úvod

Praní je jednou z nejdůležitějších operací při výrobě, zušlechťování a zejména následné údržbě textilií a oděvů. Během praní působí na textiii chemická látka (detergent), rozptýlená v prací lázni, spolu s mechanickými vlivy (tlak, tření, kroucení, aj.). Při praní dochází k odstraňování nečistot, které ulpěly na povrchu textilie resp. povrchu vláken během užívání textilie nebo oděvu. Účelem praní je však i vytváření základního charakteru udržovaných textilií. Praní tak ovlivňuje i kvalitativní a estetické vlastnosti výrobků [23].

Praní však také značně zatěžuje životní prostředí. Práce se proto ve své rešeršní části zaměřila na identifikování problémů, které vznikají v životním prostředí právě v důsledku látek produkovaných pracím procesem. Bylo rovněž důležité definovat samotné praní a jeho druhy. Dále pak k jakým procesům při praní dochází a jak působí samotný detergent na textiii resp. na nečistoty ulpělé na textiii.

V současné době, kdy dochází k neustálému zpříšňování legislativy vzhledem k vypouštění škodlivých látek do životního prostředí, se trh otevírá novým ekologickým prostředkům, které životní prostředí zatěžují pouze v malé míře. Nejedná se však o nové prostředky v pravém slova smyslu. Používání pracích prostředků založených na bázi mýdla sahá hluboko do historie. Člověk pídící se po pokroku však na tuto jednoduchou práci složku takřka zapomněl a dal přednost syntetickým detergentům, s jejichž dopadem na životní prostředí, se budou potýkat ještě další generace po něm. Návratu těchto jednoduchých detergentů přispívá i skutečnost, že již existuje poměrně početná část populace, která se snaží, aby svým životním stylem co nejméně zatěžovala životní prostředí, a používá tyto ekologické prostředky.

Experimentální část práce měla proto za úkol srovnat běžné syntetické prostředky Persil firmy Henkel s přírodními pracími prostředky Organic firmy Tanex, které jsou založeny právě na jednoduché bázi mýdla. Požadovaným výsledkem experimentu bylo zjištění, zda tyto přírodní prostředky jsou v domácím praní schopny svými vlastnostmi a prací účinnostmi (případně šetrností) nahradit běžné syntetické detergenty. Srovnání se zaměřilo na působení těchto prostředků na různé textilie a výrobky v aspektech, jež jsou praním ovlivňovány, nebo jím být ovlivněny mohou.

Bylo zjišťováno, zda mají běžné detergenty a prostředky Organic schopnost dodávat antibakteriální ochranu výrobkům, jako jsou ponožky a spodní prádlo. Zkouška byla prováděna i za účelem prokázání či vyvrácení skutečnosti, že zkoušené výrobky s přídavkem Ag⁺ mají schopnost aktivně se podílet na snižování počtu bakterií na povrchu textilie. Protože v mnoha případech je obsah této účinné složky pouze marketingovým tahem výrobce za účelem vyššího zisku. U běžných bavlněných triček se práce zaměřila na klasifikaci hodnoty jejich pH. Zkouška se zabývala otázkou, zda má prací prostředek vliv na výslednou hodnotu pH vodného výluhu textilie po jejím zátěžovém použití (např. sportovní aktivitě).

Jedním z nejdůležitějších parametrů textilií (např. ručníků), je schopnost textilie přijímat kapalinu. Málokterý uživatel však ví, že tato schopnost úzce souvisí právě s prací prostředky. Míra této schopnosti byla zjišťována u ručníků a ložního prádla prostřednictvím zkoušky, která je založena na vztlínání kapaliny do textilie. Tedy schopnosti textilie přijímat kapalinu svým průřezem směrem vzhůru. Prací účinnost detergentů se může projevovat i negativně a to ve smyslu odepírání barviva textilie, čímž dochází ke změně odstínu jejího vybarvení. Proto bylo prostřednictvím zkoušky stálobarevnosti zjišťováno, s jakou intenzitou k tomuto odepírání barviva dochází.

Výsledky zkoušek měly potvrdit či vyvrátit výrobcem deklarované vlastnosti produktů Organic. Diplomová práce tak měla napomoci identifikovat v jakých ohledech je marketingová strategie firmy Tanex správná, a ve kterých oblastech výrobci doporučit její přehodnocení, či zcela novou interpretaci.

1 Vliv praní na životní prostředí

Vliv praní na životní prostředí je značný, protože dochází zejména k produkci velkého objemu odpadní vody, která obsahuje rozpuštěné detergenty (prací prostředky). Detergent lze definovat jako látku, nebo směs látek, která obsahuje mýdlo nebo jiné povrchově aktivní látky určené pro prací nebo čistící procesy. Detergenty mohou být v jakékoliv formě (prášek, kapalina, gel, pasta, aj.). Dalšími látkami, které považujeme za detergenty jsou: pomocné prací směsi (pro předepírání, bělení, aj.), avivážní prostředky, ostatní čistící a prací směsi určené pro všechny ostatní čistící a prací procesy. Všechny tyto prostředky jsou na trh uváděny pro domácí, či průmyslové použití. [17]

Detergenty jsou komplexní směsí látek, které se podílejí na pracím procesu. Obsahují složky, jako jsou [1]:

a) Povrchově aktivní látky PAL (tenzidy):

- Zajišťují dokonalé smočení nečistot na povrchu textilie.
- Odstraňují nečistoty z povrchu textilie.
- Zabráňují opětovnému usazení nečistot na povrchu textilie.

b) Aktivační přísady:

- Změkčují vodu a zvyšují tak účinnost PAL.
- Napomáhají udržovat smočenou uvolněnou nečistotu v prací lázni (ochranné koloidy).
- Udržují konstantní hodnotu pH prací lázně (alkalická 7,4 – 9,4).

c) Pomocné přísady:

- Zvyšují kvalitu pracího procesu.
- Opticky zjasňující prostředky (OZP).
- Inhibitory koroze (snižuje korozivní účinky na materiál pračky).
- Antistatické látky.
- Mikrobicidní látky.
- Parfémy a barviva.

Všechny současné prací prostředky znečišťují životní prostředí zejména pak povrchové vody, do kterých jsou odpadní vody z pracího procesu odváděny. Do

nedávné doby byly využívány pouze prací prostředky s obsahem polyfosforečnanů, které značně zatěžovaly a nadále zatěžují životní prostředí. Řada států proto zavedla určitá omezení, která se však týkají pouze prostředků určených pro domácí praní. Detergenty využívané v průmyslovém měřítku tuto látku nadále obsahují, přičemž jejich přítomnost je většinou podmíněna existencí čistírn odpadních vod (dále ČOV) [1].

Prací proces produkuje dva druhy odpadů. Odpady tekuté, což je odpadní voda spotřebovaná pracím procesem a odpady pevné v podobě obalu od detergentu nebo přísady pracího procesu. Pevné odpady je možno dále recyklovat, případně znovu naplnit. Zatímco odpadní vody by měly být čištěny v ČOV, kde dochází k odbourávání škodlivých látek. Přesto jsou povrchové vody zatěžovány nadměrným množstvím škodlivých látek, zejména nutrientů (živin), které jsou do životního prostředí zanášeny právě odpadními vodami pracího procesu. Jedná se zejména o sloučeniny látek, mezi které řadíme fosforečnany, tenzidy (PAL), perboritany, a další [1].

1.1 Fosforečnany a jejich vliv na životní prostředí:

Prací detergenty (v současné době již především průmyslové) jsou významným zdrojem fosforečnanů, obsahují 25 až 30 % těchto látek, které se po svém použití dostávají do odpadních vod a následně i vod povrchových. Fosfor v detergentu plní funkci aktivační přísady. Změkčuje vodu a zvyšuje tak účinnost PAL detergentu, napomáhá udržovat uvolněné nečistoty v prací lázni, čímž zabraňuje zpětnému usazování nečistot na povrch textilií, tzv. redepozici. Nejčastěji používaným fosforečnanem je tripolyfosforečnan sodný (STPP), jenž ve spojení s PAL umožňuje účinné působení detergentu za všech podmínek. Fosfor, který je v těchto pracích prostředcích obsažen, má však také podstatný význam na rozvoji eutrofizace, což je jeden z nejzávažnějších vodohospodářských problémů [2].

Roční spotřeba detergentů, které obsahují fosforečnany, činí v regionu EU přibližně 1,8 milionů tun. Tato hodnota odpovídá obsahu fosforečnanů ve výši asi 110 000 tun. 90-95 % z těchto fosforečnanů je spotřebováno v detergitech pro praní a mytí nádobí v domácnostech. Nelze tedy říci, že by k znečišťování fosforečnany docházelo pouze v důsledku praní. Jako detergenty jsou definovány právě i mycí prostředky používané v myčkách nádobí, které nesou poměrně významné stopy

fosforečnanů. Se zvyšujícím se trendem používání myček nádobí tak roste i podíl fosforu v odpadních vodách běžných domácností. Tento fakt potvrzuje skutečnost, že po zavedení bezfosfátových pracích detergentů vzrostl podíl detergentů na mytí nádobí na celkovém uvolňování fosforečnanů o téměř 25 %. Pro srovnání se nabízí uvést roční spotřebu fosforečnanů v zemědělství, která činí téměř 1,25 milionu tun, do povrchových vod se však dostane jen malé procento z tohoto objemu. [24].

V současné době již v řadě zemí, včetně České republiky, došlo k nahrazení fosfátových prostředků prostředky bezfosfátovými. Jedná se však pouze o prostředky určené pro veřejný sektor. Koncentrace fosforu v těchto detergentech nesmí přesahovat 0,5 % z jeho celkové hmotnosti (stanoveno vyhláškou č. 139/2009 Sb.). Avšak, řada výrobců tuto skutečnost nerespektuje a trh tedy nadále obsahuje určité procento fosfátových výrobků. Tento stav by se však měl změnit po roce 2012, kdy k 1. 1. 2013 začne v celé Evropské unii platit naprostý zákaz fosfátových pracích prostředků určených pro veřejný sektor. Limitem pro maximální povolenou koncentraci fosforu zde bude opět hodnota 0,5 % z celkové hmotnosti detergentu. Avšak jak již bylo řečeno, toto omezení se nevztahuje na detergenty používané v průmyslovém sektoru, které tak stále jsou a i nadále budou značným zdrojem znečišťování životního prostředí [19].

1.1.1 Podíl detergentů na výsledné koncentraci fosforu v odpadních vodách:

Podle předpokladů lze odhadnout množství detergentů v komunálních odpadních vodách na 40 mg.l^{-1} . Tato hodnota byla získána výpočtem z roční spotřeby pracích prostředků obyvatelstva a množství odčerpané vody. Pro odpadní vody lze tuto hodnotu považovat za nejvyšší možnou. Následným vstupem do recipientů (povrchových vod) dochází k zředění minimálně v poměru 1:10 a za maximální hodnotu PEC (Predict Environmental Concentration, nebo-li předpokládanou koncentraci v životním prostředí), tak lze považovat 4 mg.l^{-1} . Pokud jsou odpadní vody přiváděny do ČOV, jsou výsledné koncentrace podstatně nižší. Tato hodnota je velmi variabilní, protože se v průběhu roku mění a rovněž závisí na státě, ve kterém je měřena [3].

Do doby, než bylo masivně zahájeno používání syntetických pracích prostředků, byla koncentrace veškerého anorganického fosforu v odpadních vodách v rozmezí 3-10 mg.l^{-1} , přičemž podstatná část pocházela z fekálií, které jsou v odpadní vodě rovněž

obsaženy. V průběhu šedesátých let, spolu s nárůstem spotřeby syntetických detergentů, docházelo i k nárůstu koncentrace fosforu v odpadních vodách. Hodnoty specifické produkce byly udávány až 5 g na 1 obyvatele za den. V dnešní době, kdy dochází k nahrazování fosforečnanových pracích prostředků, se snižuje i koncentrace fosforu v odpadních vodách a tím i specifická produkce fosforu až k hodnotám 2-3 g na 1 obyvatele za den. Přes tuto skutečnost odpadní vody z velkoprádelen obsahují i dnes běžně 40-100 mg.l⁻¹ veškerého anorganického fosforu, což je způsobeno právě používáním syntetických fosfátových detergentů, které jsou v průmyslovém sektoru stále povoleny [3] [21].

Toto znečišťování vede ke změně kvality povrchové vody a vyúsťuje v důsledky nejen pro vodní živočichy a rostliny, ale i pro samotného člověka, kdy se takto degradovaná voda stává velmi těžce použitelnou (např. úprava na pitnou vodu).

V dnešní době je již koncentrace fosforu přísně hlídána. Pro výsledné hodnoty koncentrace jsou stanoveny tzv. cíle pro stav povrchové vody (imisní standardy) a emisní standardy pro odpadní vody (viz Tab. 1). Oba tyto ukazatele jsou vymezeny nařízením vlády (č. 61/2003 Sb.) a udávají limity maximálního obsahu fosforu v odpadních vodách (emise) a následně i ve vodách povrchových (imise) [4].

Tabulka 1: Imisní a emisní standardy maximálního povoleného obsahu fosforu v odpadních a následně povrchových vodách [4].

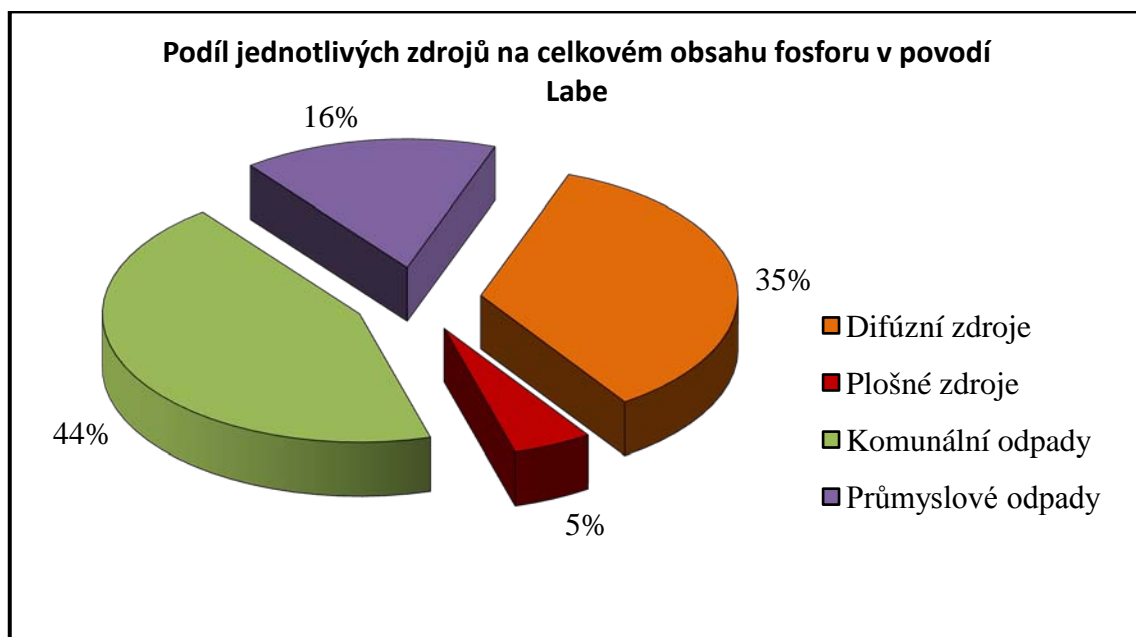
Název látky	Imisní standard C ₉₀ *	Jednotka	Emisní standard	Jednotka
Fosfor	0,2	mg.l ⁻¹	2-10	mg.l ⁻¹

* Imisní standard C₉₀ je hodnota s roční pravděpodobností nepřekročení 90 %.

Rovněž je často kladena otázka, zda hlavní podíl fosforečnanů v povrchových vodách pochází z fekálií, detergentů nebo zemědělské činnosti (hnojení). Na tuto otázku odpověděl velice průkazně „Projekt Labe“, který probíhal v polovině 90. let 20. století. V tomto období probíhalo rozsáhlé monitorování koncentrace fosforečnanů ve vodách ČR a mohly tak být vytvořeny závěry o jejich původu [3].

Zdroje znečištění povrchových vod je možné rozlišit na zdroje bodové, plošné a difúzní. Bodový zdroj znečištění lze definovat jako zdroj, který je přiváděn soustředěně a lze u něj kontrolovat kvantitu a kvalitu odpadní vody. Oproti tomu difúzní zdroje jsou menšími rozptýlenými bodovými zdroji, u kterých není možné tyto ukazatele měřit. Mezi plošné zdroje řadíme tzv. splachy z půdy, zejména zemědělsky odděluvané a atmosferické depozice [21].

Závěrečná zpráva projektu označuje za hlavní zdroj fosforečnanů v povodí Labe tzv. bodové zdroje, mezi které řadíme vyústění městských a průmyslových kanalizací a vyústění ČOV. Bodové zdroje se na celkovém obsahu fosforu podílejí až 60 %. Z tohoto čísla připadá asi 44 % na odpady komunální a zbývajících 16 % na odpady průmyslové. Na druhé místo byly zařazeny zdroje difúzní, které mají na celkovém obsahu fosforečnanů podíl až z 35 %. Nejmenší podíl na celkovém obsahu fosforečnanů mají plošné zdroje a to asi jen z 5 %. Mezi tyto zdroje spadá zemědělská činnost, eroze, mokré a tuhé depozice [3].



Obrázek 1: Podíl jednotlivých zdrojů na celkovém obsahu fosforu v povodí Labe v polovině 90. let 20. století [3].

Možné čištění odpadní vody s obsahem fosforečnanů:

Je rovněž důležité alespoň stručně uvést, zda a jak je možné tyto zdroje čistit, případně zcela eliminovat fosfor v nich obsažený. Bodové zdroje mohou být čištěny v ČOV [3]:

- Pomocí biologické aktivace lze odstranit 20-40 % obsaženého fosforu.
- Systémem čištění se zvýšeným odstraňováním lze odstranit až 55 % fosforu.
- Nejúčinnějším systémem je chemické srážení, které je však nákladnější. Při této reakci navíc dochází pouze ke změně formy výskytu a je zde možnost, že dojde za určitých podmínek k opětovnému uvolnění fosforu.

Difúzní zdroje na rozdíl od bodových však nelze postihnout ČOV a proto není možné fosfor obsažený v odpadních vodách z těchto zdrojů eliminovat. Plošné zdroje jsou svým malým podílem zanedbatelné. Zemědělství navíc prošlo transformací, kdy došlo zejména k upuštění od nadměrného hnojení. Za neopodstatněné lze tedy považovat úvahy o tom, že by právě v zemědělství měl být snižován přísun fosforečnanů do životního prostředí.

K nejvyššímu znečištění fosforem z praní tedy dochází ze strany odpadních vod veřejného a zejména průmyslového sektoru, kde jsou používány fosfátové detergenty. Veřejný sektor již sice značně upustil od používání fosfátových pracích prostředků, avšak se zvyšujícím se trendem používání myček nádobí, nadále produkuje značné množství této látky. Je tedy důležité se zaměřit na snižování koncentrace fosforečnanů pomocí ČOV, přičemž je důležité se zaměřit i na prevenci vzniku odpadů, zejména v oblasti detergentů.

1.1.2 Problémy vzniklé obsahem fosforečnanů v povrchových vodách:

Fosforečnany obsažené v povrchových vodách způsobují negativní jev, v podobě zvýšeného nárůstu fytoplanktonu, sinic a řas. Tento jev nazýváme eutrofizací. Eutrofizace je soubor přírodních a uměle vyvolaných procesů vedoucích ke zvyšování obsahu anorganických živin (zejména fosforu a dusíku) stojatých a tekoucích vod. Jedná se o přírodní děj, jenž v důsledku lidské činnosti přesáhl přirozené meze. Je tedy nutné oddělit přirozenou eutrofizaci od eutrofizace vzniklé lidskou činností. Přirozenou

eutrofizací rozumíme vyluhování fosforu a dusíku z půdy a odumřelých živočichů v poměrně malém množství. Tento přirozený proces nelze ovlivnit, je nevratný a má narůstající intenzitu [21].

Zatímco eutrofizace vzniklá lidskou činností (antropogenní) je proces, kdy je do vody zanášeno velké množství živin (v podobě fosforu a dusíku) z průmyslového a veřejného sektoru, díky kterým dochází v takto intoxikované vodě k přemnožení fytoplanktonu, zejména Cyanobakterií (sinic). Jedná se o fotosyntetizující eubakterie o velikosti 1-10 μm . Tyto bakterie řítvé jednobuněčné, vláknité nebo koloniální uspořádání buněk. Sinicím nejvíce vyhovují teplé vodní plochy s vysokým obsahem živin, především právě fosforu [18].

Při tomto přemnožení na povrchu vodní plochy mohou sinice způsobovat problémy [18]:

- U člověka může při kontaktu se sinicemi dojít k vyvolání alergické reakce, vzniku ekzémů, zánětu spojivek, průjmu a zvracení. Při dlouhodobém působení dochází k poruchám funkce jater, imunitního systému a nervového systému.
- Vodní květ na povrchu vodní plochy tvoří pro světlo neprostupnou bariéru, čímž dochází k úhynu organismů, které jsou závislé na světle a žijí pod vodní hladinou.
- Problém vzniká i v případě úpravy surové eutrofizací zasažené vody na vodu pitnou. Sinice uvolňují jedy, tzv. cyanotoxiny, jejichž odstranění vyžaduje speciální a drahé technologie čištění.
- Rovněž konzumace vodních živočichů, kteří obývali eutrofizované vodní plochy, je spojena se vznikem určitých zdravotních rizik.



Obrázek 2: Eutrofizací zasažená hladina povrchové vody [25].

Sekundární, o to však závažnější problém vzniká po následném masovém odumření sinic a ostatního fytoplanktonu. Ve vodě je nedostatek kyslíku, který byl spotřebován dýcháním těchto organismů a při následném rozkladu jejich těl. Tvoří se toxické látky, které za současného nedostatku kyslíku v takto degradované vodě způsobují úhyn vodních živočichů a organismů [3].

Je důležité položit si tedy otázku, jak je možno tomuto stavu předcházet, snižovat jeho míru, případně zcela odstranit tyto závažné dopady u eutrofizací zasažených vodních ploch [18]:

a) Omezení přísunu živin:

Pokud by nastal tento stav, jednalo by se o nejideálnější řešení, kdy by bylo zamezeno nadměrné distribuci živin do vodních ploch. Z pohledu zdrojů znečištění, by však muselo dojít bud’:

- K takřka naprostému zastavení produkce fosforečnanových detergentů, čímž bude zabráněno transportu fosforu do odpadních vod a jejich následnému vyústění do vod povrchových.
- K zavedení masivnějšího počtu ČOV, které jsou schopny fosfor zadržovat v mnohem větším měřítku, než tomu dochází doposud.

b) Aplikace cyanocidů:

Pomocí chemických či přírodních látek dochází k hubení sinic a snižování jejich celkového objemu. Tohoto prostředku je poměrně často využíváno ke snížení počtu sinic v zasažených oblastech. Aplikace těchto látek však není permanentní a vyžaduje poměrně časté opakování.

Příkladem zde může být využívání prostředku PAX (polyaluminium chloridu), který je velmi často aplikován do vodních nádrží a děl. Tento prostředek má na sinice následující účinky:

- Vysráží sinice a vytvoří tak velké vločky, které posléze sedimentují ke dnu nádrže.
- Přípravek také vysráží fosfor a odebere tím živiny sinicím. Tímto je oddáleno jejich opětovné přemnožení.

Jak již bylo řečeno, aplikace tohoto prostředku není permanentním řešením. K opětovnému přemnožení sinic dochází za dobu v řádech měsíce maximálně několika měsíců, poté musí být aplikace látky opakována.

c) Biologická kontrola:

V tomto případě dochází k regulování stavu sinic a ostatního fytoplanktonu pomocí živých organismů, pro které jsou přirozenou potravou, např. zooplankton.

d) Ostatní:

Mezi ostatní možnosti patří: mechanické odstranění biomasy (odstranění sedimentu sinic, musí však dojít k vypuštění nádrže), mechanické odstranění z vodní plochy, proplachování a ředění, aj.

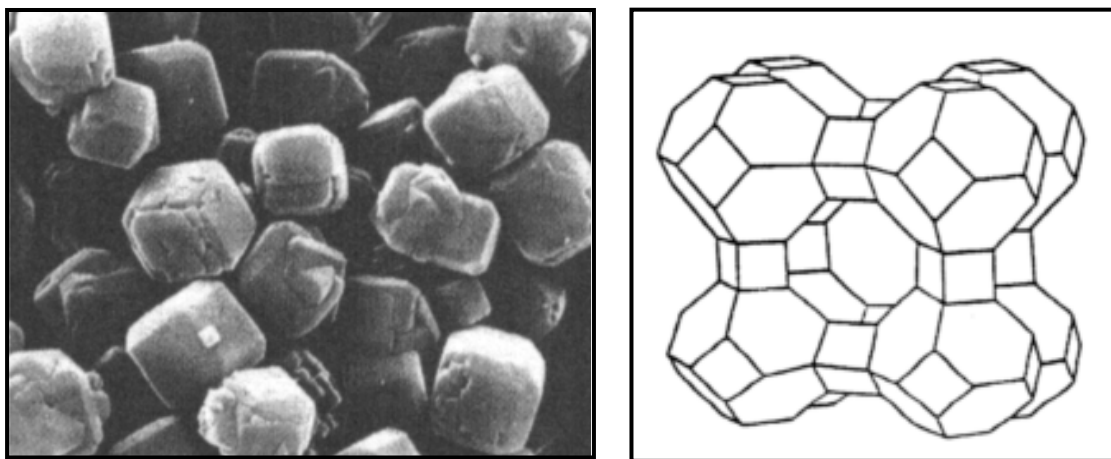
Nejlepším řešením, jak snížit obsah živin ve vodních plochách a přímo tak přispět ke snížení míry eutrofizace, je naprosté zastavení produkce fosforu do odpadních vod. Toto řešení však není v současné době reálné, protože detergenty

využívané v průmyslovém sektoru jsou na obsahu fosforu založeny. Rovněž prostředky pro mytí nádobí obsahují značné procento této látky.

1.1.3 Náhrada fosforečnanů:

Již v 70. letech bylo započato hledání adekvátní náhrady fosforečnanů, která by nezatežovala životní prostředí, přičemž by byla zachována stejná efektivnost praní. Velmi perspektivními se jevily syntetické hlinito-křemičitany díky svým iontovýměnným schopnostem (schopnost vyměňovat ionty Ca a Mg za Na), zejména pak zeolit A (hlinito-křemičitan sodný) [3].

Zpočátku však tato látka nebyla schopna zcela nahradit veškeré funkce fosforečnanů. Nakonec, ale byla nalezena vhodná směs zeolitu, polykarboxylátů a dalších látek, které již dokázaly fosforečnany adekvátně nahradit. Současně se zaváděním zeolitických detergentů byly zkoumány jejich možné dopady na životní prostředí, nebyl však shledán žádný negativní účinek na životní prostředí a proto mohly být zeolitické detergenty označeny z environmentálního pohledu nezávadnými. [3]



Obrázek 3: Vlevo pohled na krystaly zeolitu A, vpravo krystalická struktura zeolitů [3].

Složení zeolitických prostředků, se oproti prostředkům s obsahem fosforu, neliší pouze v obsahu této složky, ale i v obsahu ostatních přísad (viz. Tab. 2). Nezbytnou součástí zeolitických prostředků se staly polykarboxyláty, které plní roli aktivační přísady. Jedná se o organické polymery s komplexačním a dispergačním účinkem. Dále

obsahují složky jako: uhličitan sodný, jenž slouží pro ustálení hodnoty pH v alkalických hodnotách, bělicí látky (např. peroxoboritan sodný), antiredepoziční látky a enzymy [22].

Tabulka 2: Příklad zastoupení jednotlivých složek u bezfosforečnanových a fosforečnanových pracích prostředků [22].

Komponenta	Bezfosforečnanový prostředek [% z hmotnosti]	Bezfosforečnanový prostředek (koncentrát) [% z hmotnosti]	Fosforečnanový prostředek [% z hmotnosti]
Tenzidy	15-25	25-40	10-20
Zeolity	10-20	25-35	-
Polyfosforečnany	-	-	15-30
Uhličitany	15-25	20-30	0-20
Křemičitany	2-10	2-10	-
Polykarboxyláty	1-4	2-6	-
Sírany	20-30	0-5	20-30
Bělicí prostředky	0-5	0-5	0-10
Ostatní	1-5	1-5	1-5

I přes absenci polyfosforečnanové složky prostředku se hodnocení zeolitických pracích prostředků v odborných zprávách různí, vzhledem k možným dopadům na životní prostředí. Jednou stranou jsou tyto zeolitické detergenty hodnoceny pozitivně, druhá strana však tento názor nesdílí a hodnotí jejich vliv na životní prostředí identicky fosforečnanům. Zejména je poukazováno na jejich [3]:

- Neefektivní vázání iontů hořčíku.
- Usazování na vláknech textilií.
- Abrazivní vlastnosti (poškozuji prací zařízení).
- Nemožnost jejich biologického rozkladu.

Byly rovněž vypracovány odborné práce, které se zabývaly účinky zeolitů na vodní organismy. Např. disertační práce M. M. Garcii označuje zeolit za toxický pro vodní zooplankton (vířníky, perloočky), který je přirozeným konzumentem

fytoplanktonu. Fytoplanktonu je tak umožněn jeho masivní nárůst, což vede posléze ke vzniku eutrofizace povrchových vod a k její degradaci. Pokud by toto tvrzení bylo správné, tak by musel být zcela přehodnocen přístup k těmto aktivačním přísadám detergentu. Muselo by dojít k nalezení zcela jiné aktivační látky, která by nepůsobila toxicky na vodní zooplankton a přitom by do povrchových vod nevnášela látky (živiny) podporující rozvoj fytoplanktonu [3].

Práci (M. M. Garcii) je však z vědeckého hlediska mnohé vyčítáno, i přesto se však stala základem pro argumenty firem vyrábějící detergenty s obsahem fosforečnanů. Naproti tomu některé obavy z používání zeolitů nebyly opodstatněné a mají naopak pozitivní přínos [3]:

- Nerozpustnost zeolitů, což umožňuje adsorbci (schopnost vázání na svůj povrch) uvolněných barviv a nečistot v prací lázni.
- Vliv na lepší sedimentovatelnost aktivovaného kalu.
- Vyšší cena zeolitu a oproti tomu ekonomičtější praní se zeolitickými detergenty.

V současné době jsou již i zeolity nahrazovány křemičitany, které se jeví velmi perspektivně. Zejména pro svoji schopnost rozpuštění se při vyšších teplotách, čehož není možné u nerozpustných zeolitů dosáhnout. Tyto křemičitany se také vykazují dobrým antiredepozičním účinkem, který zabraňuje zpětnému usazování nečistot na textilií [21].

V současné době zaujímají zeolitické prostředky více jak 60 % trhu. Budoucnost tedy patří zejména zeolitickým detergentům a dalším přípravkům, které postupem času i tyto prostředky zřejmě nahradí. O znovuzavedení fosfátových prostředků lze uvažovat jedině v případě zavedení čistíren odpadních vod, které jsou schopny fosfor zadržovat, aby nedocházelo k jeho uvolňování do povrchových vod. Se stále se zpřísnující legislativou o vypouštění nutrientů do životního prostředí se však tento krok zdá být velmi nepravděpodobným [24].

1.2 Povrchově aktivní látky (tenzidy) a jejich vliv na životní prostředí:

Jedná se o skupinu organických látek, které se již při nízké koncentraci významně adsorbují na fázovém rozhraní a snižují tedy mezifázovou, respektive povrchovou energii. V soustavě kapalina-plyn dochází v důsledku adsorpce ke snížení povrchového napětí, v soustavě kapalina-kapalina a kapalina-tuhá látka se snižuje mezifázové napětí na fázovém rozhraní. Tenzidy vykazují povrchovou aktivitu, která se projevuje pěněním jejich vodných roztoků [20] [21].

Specifické vlastnosti tensidů jsou odvozené od chemické a fyzikální struktury jejich molekul. Molekuly tensidu jsou amfipatické a mají asymetrický, dipolární charakter s výrazným dipólovým momentem. Molekula se skládá z části hydrofilní a části hydrofobní. Hydrofilní polární skupina (např. COOH , SO_3H) se orientuje směrem k molekule vody. Oproti tomu nepolární hydrofobní skupinou je uhlovodíkový řetězec (asi C_8 a výše), který se orientuje k nepolární části smáčeného povrchu. Tím dochází ke snížení povrchového napětí [21].

Tenzid tedy v detergentu zajišťuje dokonalé smočení nečistot na povrchu textilie, odstraňuje je z jejího povrchu a zabraňuje jim opětovně se na povrchu textilie usadit. Tenzidy tvoří tzv. micely, které nečistoty obalí, převedou do prací lázně a zabraňují jejich opětovné redepozici na textili. V tomto případě však není nutné zabývat se podrobně funkcí této složky detergentu při samotném praní. Podstatným je zjistit, jak působí na životní prostředí a jaké důsledky způsobuje.

Existuje několik druhů tensidů, které se používaly dříve, nebo jsou stále používány. Z chemického hlediska je lze rozdělit na [21] [23]:

a) Aniontové tensidy:

Představují 70 až 75% celkové světové produkce tensidů, v nichž jsou funkčními skupinami hydrofilní části molekuly $-\text{COOH}$, $-\text{SO}_3\text{H}$, $\text{OPO}(\text{OH})_2$. Mezi nejdůležitější aniontové tensidy řadíme: mýdla, alkylsulfáty, alkansulfonany, aj.

b) Kationtové tensidy:

Kationtové tensidy představují pouze asi 10 % z celkové produkce tensidů, jejich význam je však založen zejména na dezinfekční a antiseptické schopnosti. Jsou

rovněž složkou avivážních a máchacích prostředků, mají fixační vlastnosti, zabraňují blednutí barev textilií a jsou také složkou impregnačních prostředků.

c) Amfolytické tenzidy:

Tyto tenzidy stejně jako kationaktivní zaujímají velmi malé procento z celkové produkce tenzidů (2 až 5 %). Díky svému charakteru jsou kombinovatelné s aniontovými i kationtovými tenzidy. Takovéto směsi mají díky přítomnosti aniontových tenzidů vynikající čistící schopnost a amfolytická složka zajišťuje mírnější dráždivost a dobrou pěnotvornost.

d) Neiontové tenzidy:

Jsou rozšířeny především jako prací, smáčecí, solubulizační, emulgační a egalizační prostředky. Avšak pro svoji horší biologickou rozložitelnost jsou používány pouze ve speciálních průmyslových detergentech.

e) Neiontové tenzidy na bázi glykosidů:

Mezi nejpoužívanější glykosidické tenzidy patří alkylpolyglykosidy, které jsou řazeny mezi nejperspektivnější tenzidy, protože jsou snadno biologicky rozložitelné. Jejich hydrofobní a hydrofilní část molekuly je tvořena z obnovitelných rostlinných zdrojů, např. kokosového tuku.

1.2.1 Problémy vzniklé obsahem tenzidů v povrchových vodách:

Vliv tenzidů na životní prostředí je poměrně malý. Předpisy upravující jejich maximální koncentrace v povrchových vodách, vycházejí spíše z estetického hlediska, kterým je pění vody. Funkce tenzidů je založena na dispergaci nežádoucích organických sloučenin ve vodě a zvyšování hydratace aktivovaného kalu. Jejich pění zabraňuje účinnému provzdušňování vody, čímž je snížen obsah kyslíku ve vodě a účinnost biologického čištění [21].

Problémy vzniklé s obsahem tenzidů v povrchových vodách se projeví při používání detergentů s obsahem tzv. tvrdých tenzidů, které byly používány až do roku

1960, kdy byly zakázány. Toxicita tenzidů tak je již spíše historickou záležitostí. Účinek těchto tenzidů se projevoval silným pěněním znečištěné vody, kdy nedocházelo k jejímu adekvátnímu provzdušňování. Zejména se však projevovaly toxické účinky u ryb a dalších vodních živočichů. Problémem se zde stává i primární schopnost tenzidů, snižovat povrchové napětí vody, což vede u ryb k poruchám dýchání žábry a uvolňování ochranné hlenové vrstvy kůže [22].

1.2.2 Biodegradabilita tenzidů:

Problematika biodegradability (odbouratelnosti) této složky detergentů se stala aktuální v době rychlého nástupu syntetických detergentů, kdy byly zjištěny i jejich negativní účinky na životní prostředí. Jednalo se zejména o používání biologicky tvrdých tenzidů, které působily toxicky na vodní živočichy. V řadě zemí proto byly již v šedesátých a sedmdesátých letech přijaty tzv. zákony o detergentech, které stanovovaly biodegradabilitu tenzidů. Jedním z prvních legislativních ustanovení, byl zákon ustanovující minimálně 80 % odbouratelnost anionaktivních tenzidů, jež byl přijat v Německu. V současnosti již běžné detergenty obsahují snadno odbouratelné tenzidy, jejichž biodegradabilita je větší jako 90 %. Degradaci tenzidů lze rozdělit do dvou stupňů, na primární degradaci a degradaci totální [21]:

a) Primární degradace:

Dochází zde ke změnám chemické struktury, čímž dochází ke snižování povrchové aktivity tenzidu. Tento stupeň degradace je často považován za kritérium biodegradability tenzidů, avšak z ekologického hlediska je nezbytné, aby bylo dosaženo totální degradace tenzidů.

b) Totální degradace:

V tomto případě jsou látky kompletně odstraněny, přičemž dochází k jejich přeměně na tzv. konečné produkty v podobě: vody, oxidu uhličitého, anorganických solí a dalších látek, které jsou považovány za přirozené vedlejší produkty biologické aktivity.

Konkrétněji lze říci, že u v současnosti nejčastěji používaných měkkých tenzidů dochází během 14 dnů k odbourání z více jako 90 %. Oproti tomu u tenzidů tvrdých, dochází k této degradaci mnohem pomaleji, kdy během 14 dní dojde k degradaci z méně jako 35 %. Mýdla, která jsou také považována za detergent, jsou velmi snadno a rychle odbouratelná. Ve vodném prostředí jsou jeho složky vysráženy v podobě nerozpustných vápenatých a hořečnatých solí mastných kyselin [21].

1.2.3 Koncentrace tenzidů v povrchových vodách:

Povrchové vody jsou recipientem odpadních vod, které jsou vypouštěny z bodových, plošných a difúzních zdrojů. Povrchové vody jsou však také zdrojem pitné a užitkové vody, slouží pro rekreační účely a chov ryb. Vlivem vypouštění odpadních vod a jejich mísení s vodami povrchovými, je narušena přirozená schopnost samočištění povrchových vod a porušena jejich biologická rovnováha [21].

Tenzidy jsou obsaženy jak ve vodách průmyslových, tak i ve vodách splaškových, tedy vodách veřejného sektoru. Za hlavní zdroj aniontových a neiontových tenzidů jsou považovány právě prací a čisticí prostředky, které pocházejí z domácností, velkoprádlen a průmyslu. Oproti tomu kationtové tenzidy se do odpadních vod dostávají zejména z výroby antiseptických a dezinfekčních tenzidů. Dalším zdrojem jsou avivážní prostředky [21].

Aniontové a neiontové tenzidy jsou schopny se vyskytovat ve vodách vedle sebe, přičemž u směsí aniontových a kationtových tenzidů tomu tak není. Mezi těmito tenzidy totiž může docházet k interakci, kdy za vzniku inaktivních sloučenin dochází ke ztrátě jejich povrchové aktivity. Reaktivita mezi tenzidy je však podmíněna jejich chemickou strukturou a koncentračním poměrem. Pozitivně tak reagují pouze tenzidy s výrazně kationtovými a aniontovými vlastnostmi [21].

Koncentrace tenzidů byly dříve v odpadních vodách pravidelně sledovány. S příchodem nových, tzv. měkkých tenzidů, s vysokým procentem biodegradability (nad 90 % za 14 dní) se monitorování jejich stavu nevěnuje již taková pozornost. Tenzidy tedy v současné době nepatří mezi pravidelně sledované ukazatele znečištění. Přesto lze říci, že ze stále se zvyšující se spotřebou detergentů a tedy i tenzidů, dochází

díky jejich dispergační schopnosti k zvyšování objemu neusaditelných látek v odpadních vodách [21].

Městské odpadní vody v zemích s vysokou spotřebou detergentů, vykazují koncentrace aniontových tenzidů v rozmezí 10-20 mg.l⁻¹. Koncentrace v městských odpadních vodách v ČR je obvykle řádově menší a pohybuje se v rozmezí 1-2 mg.l⁻¹. Obsah neiontových tenzidů nebyl v ČR dosud soustavně sledován, ale předpokládá se, že jeho koncentrace v městských odpadních vodách je obdobná, jako u tenzidů aniontových. Průmyslové odpadní vody a odpadní vody z velkoprádelen vykazují podstatně vyšší koncentrace aniontových tenzidů, až v desítkách mg.l⁻¹, mohou však překročit i hodnotu 100 mg.l⁻¹ [22].

Výsledné povolené koncentrace aniontových tenzidů v povrchových vodách ČR se řídí podle nařízení vlády č.61/2003, které uvádí maximální hodnotu koncentrace aniontových tenzidů na 0,6 mg.l⁻¹. U takto legislativou chráněných vod se však předpokládá jejich možné využití pro úpravu na vodu pitnou. U vod užitkových by koncentrace aniontových tenzidů neměla přesáhnout hodnotu 2 mg.l⁻¹, což je upraveno podle normy ČSN 75 7143. [22]

Avšak obsah aniontových tenzidů v povrchových vodách ČR obvykle nedosahuje hodnoty větší jako 0,1 mg.l⁻¹. Obsah neiontových tenzidů nebyl dosud intenzivně sledován, předpokládá se však, že jeho výsledná koncentrace v povrchových dosahuje poloviční hodnoty aniontových tenzidů. [21]

1.3 Další látky detergentů zatěžující životní prostředí:

1.3.1 Plnidla:

Další složkou, která je v běžných pracích prostředcích obsažena, jsou plnidla (nejčastěji síran sodný). Tyto látky však nemají přímý vliv na účinnost pracího procesu. V pracím prostředku zamezuje pouze jeho hrudkování, zejména však vytváří dojem, že zákazník za své peníze dostává adekvátní množství prostředku. Plní tedy roli látky, která zvětšuje objem balení pracího prostředku, jinak však je jeho postradatelnou složkou [5].

Proto se již dnes vyrábějí tzv. kompaktní prací prostředky, které plnidla neobsahují. Snižuje se tak jejich objem a zejména dávkování (zpravidla až na polovinu). Prostředek je však nutné dávkovat přesně, protože je-li dávka příliš velká, dochází i z těchto detergentů k zbytečnému zatěžování životního prostředí. U těchto prostředků bez plnicích složek však nastává problém zejména s jejich prodejem. Zákazník totiž většinou není ochoten zaplatit stejnou sumu peněz za menší objem prostředku, i když obsahuje množství pro stejný počet pracích cyklů [5].

1.3.2 Avivážní prostředky:

Rovněž avivážní prostředky výrazně zatěžují životní prostředí a jejich význam je pouze ve zvýšení užitných vlastností. Nejdůležitější látkou avivážních prostředků jsou ionogenní kationaktivní tenzidy, které ve vodě vytvářejí pozitivně nabité ionty a na textiliích jsou aplikovány při posledním cyklu máchání. Jednotlivá vlákna textilií jsou obalena avivážním prostředkem, který vytváří dojem měkčího omaku a u syntetických vláken pak snížení elektrostatického náboje. Oproti tomu se snižuje nasákavost textilií, což může být u některých výrobků problematické (např. ručníky). Při následujícím pracím procesu je nutné tyto kationické tenzidy z textilií opět odstranit, k tomu je nutné použití dodatečného pracího prostředku [6].

V současnosti používané avivážní prostředky obsahují tenzidy, které jsou oproti dříve používaným již biologicky odbouratelné. Vody jsou však znečišťovány ostatními zbytkovými složkami, které avivážní prostředky obsahují. Jedná se o různá barviva a aromatické látky (parfémy). Avivážní látky jsou tedy postradatelnou složkou pracího procesu, kdy díky ní dochází k dalšímu znečišťování odpadní vody, ale i k zbytečné produkci velkého množství odpadu v podobě obalů, které rovněž zatěžují životní prostředí [6].

1.3.3 Přípravky pro odstraňování skvrn:

Jako vysoce škodlivé látky musíme klasifikovat i přípravky pro odstraňování skvrn z textilií bez nutnosti jejího praní, nebo jako látky zesilující účinek pracího procesu. Obsahují totiž organická rozpouštědla, bělicí prostředky, tenzidy,

komplexotvorné látky, redukční prostředky (inhibitory) a kyseliny. Zvláště škodlivými jsou přípravky obsahující chlór, ty se však již v dnešní době většinou nevyrábějí [7].

Rozpouštědla vedou ke vzniku tzv. fotochemického smogu a působí v rozdílné míře na znečišťování vod, kdy jejich složky působí toxicky na vodní živočichy. Tyto odpadní látky (zbytky chemikálií po odstranění skvrn) mají být součástí tzv. separovaného nebezpečného odpadu, který má být v městech a obcích sbírán, k čemuž však povětšinou nedochází [7].

1.4 Shrnutí

Vliv praní na životní prostředí je tedy značný. Dochází k produkci zejména velkého objemu odpadní vody, jenž obsahuje rozpuštěné detergenty a jejich složky, které jsou toxické, nebo toxicitu způsobují zprostředkovaně. Odpadní látky pracovního procesu zapříčiňují vznik zejména vodohospodářských problémů. Tyto problémy lze rozdělit do tří generací [22]:

a) První generace problémů:

Vznikla s nástupem nových syntetických detergentů v 60. letech. Tyto detergenty obsahovaly tzv. tvrdé tenzidy, jež zapříčiňovaly pěnění jak v ČOV, tak zejména na povrchových vodách. Problém byl vyřešen zavedením snadno biologicky rozložitelných typů tenzidů, které vykazují odbouratelnost z více jak 90 % za 14 dní a jejich povrchová aktivita je tak rychle deaktivována.

b) Druhá generace problémů:

Souběžně s problematikou tvrdých tenzidů vznikal i problém se zvyšujícím se podílem anorganického fosforu v povrchových vodách. Tento problém však nebyl zprvu tak viditelným jako silné pěnění tenzidů. Až rostoucí eutrofizace vod, která byla způsobena právě přítomností polyfosforečnanů v detergentech, vydala jasný signál o nebezpečnosti těchto látek.

Vzniklý problém je řešen vydáním zákazu používání fosforečnanových detergentů a jejich nahrazování prostředky bez obsahu této složky. Avšak zákaz se

vztahuje pouze na prostředky pro veřejný sektor. V průmyslovém sektoru nebyl dosud obsah fosforečnanů nikterak eliminován a nic nenasvědčuje tomu, že tato eventualita v nejbližší době nastane.

Rovněž povolený obsah fosforečnanů v detergentech pro veřejný sektor o objemu 0,5 % z celkové hmotnosti vede k domněnce, že se jedná o zanedbatelné číslo, přitom tomu tak zcela není. Pokud je vypočítána spotřeba všech domácností v ČR, které tyto prostředky využívají, je do životního prostředí vypouštěno až 60 tun fosforu ročně, což jistě není zanedbatelné číslo.

c) Třetí generace problémů:

Dosud málo popsané děje, ke kterým dochází při biodegradaci odpadních látek pracího procesu. Dochází ke vzniku mnohdy poměrně stabilních a někdy i toxických meziproduktů biodegradace. Jedná se zejména o ethoxylované alkylfenoly.

Životní prostředí tedy bylo zatěžováno nejvíce v době rozmachu prvních syntetických detergentů, kdy ještě nebyly úplně známy jejich škodlivé účinky. Přesto současná generace i generace další budou bojovat s jejich následky, zejména pak s enormním objemem fosforu, který byl do povrchových vod zanesen používáním fosforečnanových detergentů. V době, kdy došlo k nahrazování fosforečnanových pracích prostředků prostředky bezfosfátovými, se však postupně zvyšovala spotřeba mycích prostředků, jenž tyto látky také obsahují. Problém nadměrné produkce fosforu je tedy nutno řešit globálně, napříč všemi odvětvími, kde jsou fosfátové detergenty produkovány.

Eutrofizací zasažené povrchové vody se tak i dnes potýkají se značným přemnožením fytoplanktonu, zejména pak sinic, které markantním způsobem mění kvalitu povrchové vody. Odstranění tohoto problému je finančně velmi náročné a nese s sebou i další problémy. Proto by měly být hledány co nejekologičtější způsoby údržby textilií, které by zatěžovaly minimálně životní prostředí a i přesto byly dosti účinnými pracími složkami.

Neexistuje prací prostředek, který by nezatěžoval životní prostředí, přesto existují jednoduché alternativy syntetických detergentů, které vykazují téměř srovnatelnou prací účinnost a jsou k životnímu prostředí šetrné. Ne náhodou se jedná o produkty na bázi mýdla, které patří mezi historicky první prací prostředky. Tyto prostředky jsou svojí jednoduchou podstatou snadno biologicky rozložitelné. Jejich návratu na trh napomáhá i skutečnost, že již delší dobu existuje stále se zvětšující segment trhu a zákazníků, kteří jeví zájem o to, aby jejich životní styl produkoval co nejméně látek, které by mohly zatěžovat životní prostředí.

2 Druhy praní a další způsoby údržby textilií

Praní je jednou z nejdůležitějších a nejčastějších operací při výrobě, zušlechťování a následné údržbě textilií a oděvů. Během praní působí na textilii chemická látka (detergent), rozptýlená v prací lázni, spolu s mechanickými vlivy (tlak, tření, kroucení, aj.), což jsou nejdůležitější činitelé pracího procesu. Účelem praní není jen odstranění nečistot z jejího povrchu, ale i vytváření (spolu s dalšími úpravnickými procesy) základního charakteru udržovaných textilií. Praní tak ovlivňuje i kvalitativní a estetické vlastnosti výrobků [23] [26].

2.1 Druhy praní

Rozlišujeme praní technologické, které probíhá v průmyslovém zpracování textilií a praní spotřebitelské, probíhající běžně v domácnostech nebo prádelnách (nemocničních zařízení, hotelů, atd). Technologické praní lze rovněž definovat, jako mezioperační praní v průběhu textilní výroby. Zatímco praním spotřebitelským rozumíme praní textilních výrobků v pračce nebo praní ruční.

2.1.1 Spotřebitelské praní:

Spotřebitelské praní lze definovat jako praní, které probíhá v běžných domácnostech, nebo velkoprádelnách, přičemž se liší pouze použitým zařízením (např. objemem pracího bubnu aj.), totožný princip praní tak zůstává zachován.

Ve spotřebitelském sektoru se dnes využívají téměř výhradně automatické pračky bubnové, s bočním, či horním plněním náplně pračky. Používají se však i pračky elektrické vířivé, či ruční mechanické.

Spotřebitelské praní udržuje zejména hotové textilní výrobky, které jsou takto zbavovány nečistot, ulpělých na textilii, během jejich používání. Nečistoty jsou definovány jako nesourodá (heterogenní) směs fyzikálně a chemicky rozdílných substancí, které lze rozdělit na [26]:

- Látky rozpustné ve vodě, tzv. polární sloučeniny.
- Látky nerozpustné ve vodě, tzv. nepochární sloučeniny.
- Látky polorozpustné ve vodě, tzv. semipolární sloučeniny.

Nečistoty jsou vázány na textilii resp. jejich vláknech [26]:

- Mechanicky, kdy dochází k jejich zachycení na členitém a nerovném povrchu vláken.
- Chemicky (např. barevné skvrny způsobené organickými barvivy).
- Adsorpčně, kdy dochází k vzájemné přitažlivosti chemicky příbuzných látek (např. syntetických vláken nebo olejů, u kterých dochází i ke kapilárním jevům).

Princip působení detergentu na odstraňování nečistot z textilie při praní, je popsán níže.

Spotřebitelské praní se rovněž řídí, nebo by se mělo řídit, pokyny výrobce produktů, které jsou udržovány. Výrobce spotřebiteli tyto pokyny sděluje prostřednictvím piktogramů pro údržbu textilií, které obsahují základní informace pro nastavení teploty u pracího zařízení, či intenzity praní. Avšak existují určité výjimky, které jsou podřízeny zejména hygienickým nařízením. Jedná se především o velkoprádelny hotelových a nemocničních zařízení, pro které je nutné zajistit hygienicky nezávadné výrobky (např. lůžkoviny, ručníky). Zde musí docházet k praní při teplotě 90 °C, protože tato teplota spolehlivě ničí veškeré bakterie a mikroorganismy.

Nejprimitivnějším a zároveň nejstarším způsobem údržby textilií, je praní ruční. Při tomto druhu praní působí na textilii mechanické vlivy spolu s chemickým působením prací látky, případně i bez ní (poté je však účinnost praní velmi nízká). Ruční praní je však stále používaným druhem praní pro velmi choulostivé textilie, pro které je důležitá jejich šetrná údržba.

2.1.2 Technologické praní:

V průmyslovém měřítku lze praní rozdělit spíše podle konstrukce pracích strojů a podle druhu plošných textilií, pro které jsou používány. Např. bavlnářské tkaniny vyžadují odlišnou intenzitu zpracování, než textilie vlnářské. Prací stroje průmyslového sektoru lze využívat, jak pro mezioperační praní, tak i pro praní finální. Průmyslové prací stroje lze rozdělit na [26]:

a) Bubnové prací stroje:

V průmyslovém sektoru se využívají pro praní oděvních výrobků (např. praní jeansové konfekce). Bubnovými pracími stroji, jsou však zejména téměř veškeré domácí pračky.

b) Válcové prací stroje:

Principem praní válcových strojů je opakované střídavé namáčení a odmačkávání textilie mezi ždímacími válci. Pracovními částmi těchto strojů jsou válce, které podle svého uspořádání, velikosti a rychlosti pohybu působí na textilii: tlakem, ždímáním, třením nebo pěchováním. Podle způsobu průchodu textilie strojem, lze válcové stroje rozdělit na provazcové prací stroje a šířkové prací stroje. U obou těchto variant lze rozlišovat kontinuální a diskontinuální způsob praní.

Šířkové prací stroje:

Pro textilie, které snadno tvoří podélné lomy (např. lehké hustě dostavené tkaniny aj.), se používají šířkové prací stroje. Nevýhodou těchto strojů je dosažení poměrně malého mechanického zpracování, které způsobuje malou prací účinnost zařízení. Účinnost lze zvýšit zařízením pro intenzifikaci pracího procesu. Šířkové kontinuální prací stroje se rozdělují na:

- **Stroje s vertikálním vedením textilie.** Jedná se o válečkové stroje, jejichž prací účinek je poměrně malý. Jejich účinnost se zvyšuje intenzifikačním zařízením:
 - Pulsoroll – šroubovitě pulsující těleso pulsátor.
 - Pulsotex – pulsační hašple.
 - Vibrotex – vibrace excentrickým uložením bubnu.
 - Gascade – turbulence lázně pomocí alternátoru.
 - Rotomat – s tryskovým postřikem tkaniny.
- **S horizontálním vedením textilie:**
 - 100-plus-unit – s protiproudým praním.
 - Hydrotex – s protiproudým praním.
- **S vedením textilie přes síťové bubny.** Využívají se pro praní choulostivých textilií:

- Hydropuls – lázeň je pod tlakem.
- Smith SD-28.

Diskontinuálním typem šířkových pracích strojů, je tzv. praní v návinu (např. zařízení Rotowa), kde je využíváno odstředivého praní.

Provazcové prací stroje:

Provazcové vedení textilie zajišťuje intenzivnější praní textilie, než stroje šířkové. Provazcové prací stroje se rozdělují na:

- **Diskontinuální prací stroje.** Nejznámějším válcovým pracím strojem, který pere textilii v provazci, jsou hašple. Pracovními částmi tohoto pracího stroje je viják a vana, přes kterou provazec textilie prochází.
- **Kontinuální prací stroje,** mezi které patří zařízení Niagara (dvojitě hašple), nebo Rope-o-matic. Obě tyto zařízení jsou využívány zejména pro praní textilií po tisku. Dále lze rozlišovat pračky s volným provazcem nebo s provazcem napnutým, které jsou účelově i konstrukčně nejlepším řešením.

2.1.3 Další způsoby údržby textilií:

Pokud dochází pouze k zaprášení textilie nebo oděvu, lze nečistoty z jejího povrchu snadno vyklepat, či vykartáčovat. V případě trvanlivějšího znečištění lze běžná textilie vyprat. Existují však textilie a zejména oděvy, které se běžně prát nesmí. Tyto oděvy se musí čistit chemicky, nejčastěji v čistírnách. Čistírny používají k odstraňování trvanlivých skvrn tzv. dočišťovadla, kterými jsou: kyselina šťavelová, aceton, chloroform aj. [27].

Pro běžného spotřebitele je však na trhu dostupná i celá řada prostředků, které je možno u těchto „nepracích“ textilií a oděvů použít. Tyto prostředky obsahují organická rozpouštědla, bělicí prostředky, tenzidy, komplexotvorné látky, redukční prostředky (inhibitory) a kyseliny, které působí na skvrnu a způsobují její odstranění. V dřívější době se používali i přípravky obsahující chlór, ty se však již v dnešní době většinou nevyrábějí, kvůli své poměrně vysoké škodlivosti [7].

2.2 Prací proces:

Samotný prací proces lze rozdělit do dílčích částí smáčení, vlastního praní a oplachování. [23].

2.2.1 Smáčení:

Dochází k dokonalému pokrytí povrchu textilie prací substancí (adsorbce) a částečnému pronikání této substance do povrchových vrstev vláken textilie (absorbce). Pro snadnější smočení textilie se dnes využívají tzv. smáčedla, která snižují povrchové napětí mezi ovzduším, prací lázní a textilií. V běžných prostředcích jsou tato smáčedla obsažena v PAL pracího prostředku [23].

2.2.2 Vlastní praní:

Vlastní praní je závislé na druhu a formě udržované textilie, na charakteru a množství znečištění textilie a na strojním zařízení, ve kterém samotné praní probíhá. Praní lze rozdělit do několika fází [23]:

a) Uvolnění nečistot a jejich rozptýlení v prací lázni:

Dochází k přechodu nečistot z textilie do prací lázně, tento děj nazýváme difúze a lze jej popsat rovnicí praní

$$G = \frac{D}{h} (c_1 - c_2) [kg \cdot kg^{-1} \cdot m \cdot s^{-1}], \quad (1)$$

kde Gje gradient rychlosti transportu nečistoty ze substrátu do prací lázně
[$kg \cdot kg^{-1} \cdot m \cdot s^{-1}$] (kg nečistoty uvolněné z kg substrátu za dobu 1 sek. po dráze v metrech);

Dje difúzní koeficient [$m^2 \cdot s^{-1}$];

h je difúzní dráha nečistoty adsorbované na povrchu substrátu [m];

c_1 je koncentrace nečistoty na substrátu [$kg \cdot kg^{-1}$] (kg nečistoty na kg substrátu);

c_2 je koncentrace nečistoty v prací lázni [kg.kg^{-1}] (kg nečistoty na kg prací lázně);

$(c_1 - c_2)$ je koncentrační spád.

Difúzní koeficient D lze popsat vztahem

$$D = \frac{R \cdot T}{6\pi \cdot \eta \cdot r} [m^2 \cdot s^{-1}], \quad (2)$$

kde R je plynová konstanta;

T je teplota [$^{\circ}\text{C}$];

H je viskozita;

r je poloměr částic difundující nečistoty.

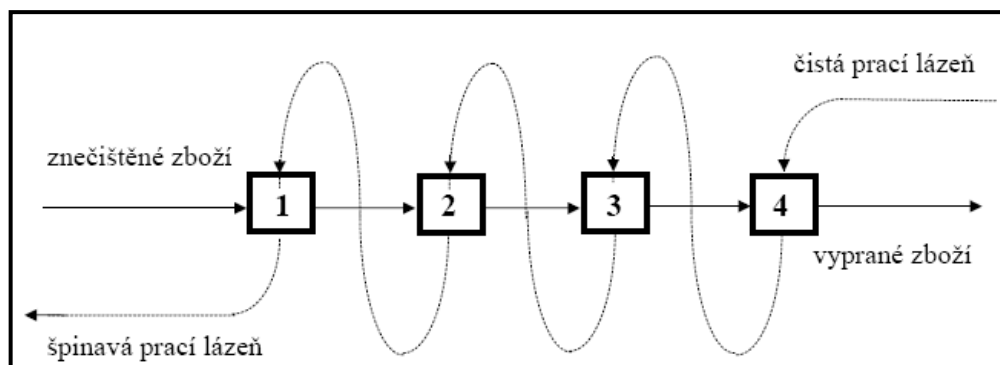
Koncentrační spád je nejvýznamnějším intenzifikačním faktorem praní, pro který platí, že když:

$c_1 = c_2$ dochází k zastavení praní;

$c_1 < c_2$ dochází ke špinění (antipraní);

$c_1 > c_2$ praní je nejintenzivnější.

Nejintenzivnějšího účinku praní se docílí tzv. protiproudým praním, kdy směr znečištěných textilií je opačný ke směru proudu prací lázně (viz Obr. 4).



Obrázek 4: Schéma protiproudého praní, kdy znečištěné zboží jde v opačném směru šroubovitého pohybu prací lázně, čísla 1, 2, 3, 4 znázorňují prací oddíly [23].

Přechod nečistoty z textilie do prací lázně lze urychlit:

- Zvýšením difúzního koeficientu D . Tohoto je docíleno zvýšením teploty prací lázně na ideální teplotu podle dané suroviny (např. k zmýdelňování tuků alkalickou složkou detergentu dochází 100x rychleji, pokud dojde ke zvýšení teploty o 10 °C).
- Zkrácení difúzní dráhy h při přechodu nečistot z textilie do prací lázně. K tomuto zkrácení dráhy dochází kolmým prouděním prací lázně na textili.
- Intenzifikací praní, tj. mechanickým pohybem lázně a prané textilie (např. turbulentním prouděním prací lázně, odžímáním, postřikem aj.).

b) Zabránění zpětného usazování (redepozice) uvolněných nečistot na vypranou textili:

Aby nedocházelo k zpětnému usazování nečistot na textili, tzv. redepozici, je nutné, aby prací lázeň resp. detergent obsahoval látky, které způsobují emulgaci a dispergaci nečistot v prací lázni.

Emulze lze definovat jako koloidní soustavy, ve kterých jsou rozptýleny tukové nečistoty, zejména v kapalně formě. Zatímco disperze jsou koloidní soustavy kapalného charakteru, kde jsou rozptýleny pevné nečistoty.

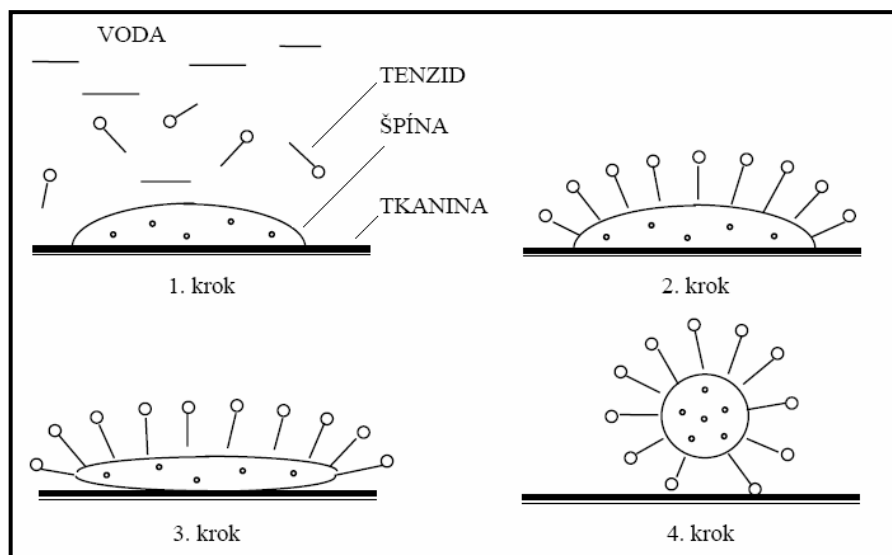
2.2.3 Oplachování:

Proces, kdy dochází k odstraňování uvolněných nečistot, prací substance (pracího prostředku a ostatních chemikálií) a jejich odplavení z pracího zařízení [23].

2.3 Princip působení pracího prostředku

Detergence pracích prostředků je schopnost odstraňovat nečistoty z povrchu látek. Pokud probíhá detergence u textilního substrátu jedná se o praní. Praní je výsledkem mnoha na sobě závislých a ovlivňujících se dějů. Celý tento proces je zpravidla velmi krátký a probíhá do ustavení tzv. dynamické rovnováhy mezi nečistotou dispergovanou v lázni a nečistotou na povrchu textilie. V pracím procesu dochází v jeho průběhu k následujícím procesům [23]:

- Dochází k rozpuštění detergentu, což vede ke snížení povrchového a mezipovrchového napětí. Textilie i nečistoty na ní obsažené jsou poměrně rychle smočeny prací lázní. Ionty detergentu obklopují vlákna textilie i nečistoty a proniknou mezi ně.
- K odloučení nečistot od povrchu textilie napomáhají elektrické odpuzivé síly, které se zvyšují adsorpcí záporně nabitých iontů. Tyto síly jsou závislé na pH prací lázně (nejvyšší jsou okolo hodnoty pH 11). Tímto je vysvětlen účinek alkalických elektrolytů (Na_2CO_3 , NH_4OH aj.) na prací schopnost detergentů.
- Mastné nečistoty se díky zvýšené teplotě prací lázně zkapalňují, čímž je usnadněna jejich emulgace a přechod do prací lázně.
- Vlivem mechanických a termických sil a pronikání roztoku detergentu do shluků nečistot, dochází k oddělování nečistot od textilie resp. vláken, jejich rozptýlení do menších částí a odplavení.
- K uvolnění a odstranění nečistot z textilie přispívá i pěna. Adsorbuje uvolněné nečistoty a transportuje je k povrchu prací lázně.
- Vlivem adsorpčních a povrchových sil se nečistoty dále rozdělují na menší částice, jsou obalovány vrstvami PAL (tenzidy), které spolu s elektrostatickými odpuzivými silami zabraňují redepozici emulgovaných a suspendovaných částic na textili.



Obrázek 5: Převodění nečistoty z textilie do prací lázně pomocí tenzidů resp. micely [23].

3 Experimentální část

Nejdůležitějším výsledkem celého experimentu mělo být zjištění, zda se výrazněji liší přírodní prací prostředky Organic ve srovnání s běžnými syntetickými prostředky Persil. Byl zjišťován vliv těchto detergentů na textilie v domácím praní. Proto tento účel bylo zvoleno několik zkoušek, jež měly za úkol zjistit rozdíly mezi těmito detergenty a určit, který typ prostředku:

- Má schopnost poskytovat textiliím **antibakteriální ochranu**.
- Má schopnost udržovat **pH textilie** v optimálních hodnotách.
- Dodává textiliím příznivější vlastnosti, jako je vyšší **savost textilie**.
- Je šetrnější k textiliím, proto byla zjišťována jejich **stálobarevnost**.

3.1 Specifikace použitých pracích prostředků, použitých zkušebních materiálů a pracího procesu

Hlavním důvodem proč byly zjišťovány schopnosti těchto detergentů, je prokázání výrobcem deklarovaných vlastností prostředků Organic. Výrobce poukazuje zejména na skutečnost, že prostředky Organic jsou srovnatelné svojí prací schopností s běžnými syntetickými detergenty, přičemž jsou na jednoduché přírodní bázi. Svojí podstatou jsou prostředky Organic i snadno odbouratelné v odpadních vodách. Tato skutečnost spolu se stejnou prací účinností, jako syntetické prací prostředky, by vedla k velmi pozitivnímu zjištění, což by mohlo vést k výraznějšímu nástupu těchto přírodních pracích prostředků na trh.

Proto bylo nutné zjistit, zda tyto prostředky opravdu dodávají textiliím obdobné vlastnosti, jako běžné syntetické detergenty a jsou-li v některých směrech dokonce lepšími. Firma Tanex, která je výrobcem přírodních prostředků Organic, deklaruje, že tyto přírodní prací prostředky:

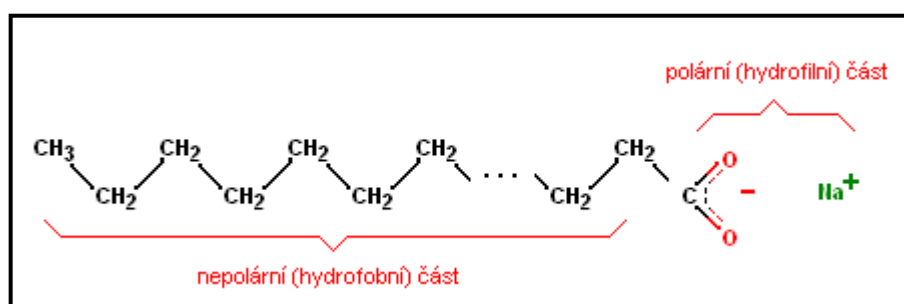
- Jsou použitelné pro praní všech druhů textilií.
- Jsou vhodné pro bílé i barevné prádlo a jsou šetrné vůči barvám textilií.
- Mají vysokou prací, dezinfekční, baktericidní a fungicidní účinnost v celém rozsahu teplot od 30 °C do 90 °C.

- Vykazují antibakteriální a antialergenní účinek, tudíž jsou tyto prostředky vhodné pro alergiky.
- Zvyšují savost textilií.
- Jsou vhodné i pro děti mladší 3 let.
- Zajišťují antistatické vlastnosti vypraných textilií.

3.1.1 Přírodní prací prostředky Organic:

Hlavní složkou prostředků Organic je přírodní mýdlo. Konkrétněji lze složení mýdla definovat jako směs hydratovaných alkalických solí nasycených a nenasycených mastných kyselin s obsahem přírodního glycerinu a vody (viz Obr. 6). Tato směs organických látek se vyskytuje v pevné nebo kapalné formě. V pracím procesu působí jako anionický tensid, což je látka, která se hromadí ve fázovém rozhraní a snižuje povrchové napětí vodných roztoků [15].

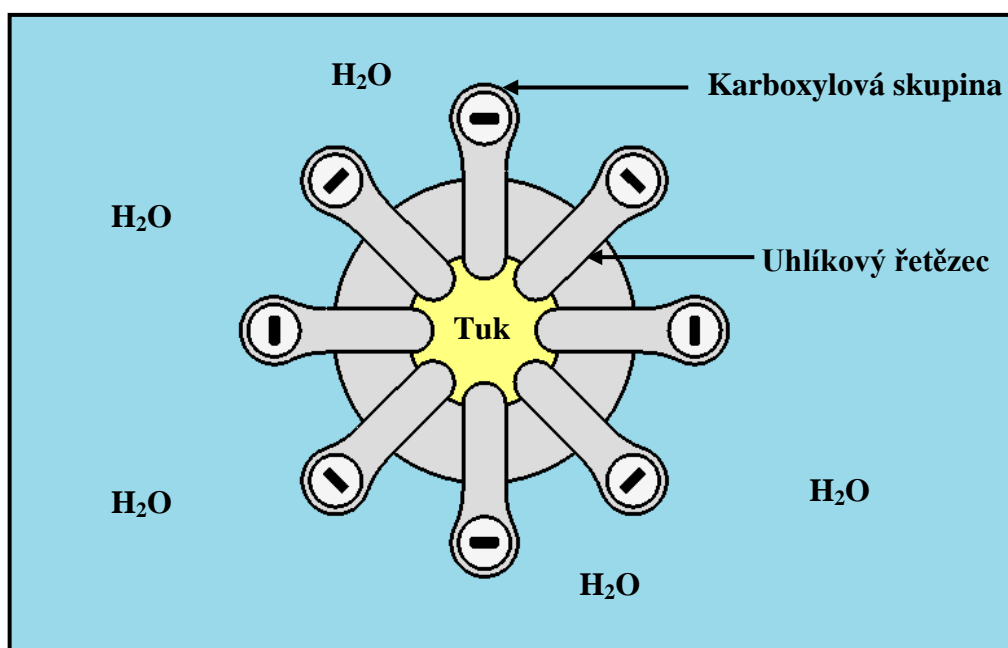
Molekula mýdla obsahuje dlouhou alifatickou část, která je tvořena uhlovodíkovým řetězcem methylenových skupin CH_2 a je zakončena methylovou skupinou CH_3 . Tato část molekuly je hydrofobní a nepolární. Menší karboxylová skupina, kterou nazýváme lipofobní částí, je tvořena buď neutrální skupinou $-\text{COOH}$, nebo skupinou ve formě aniontu $-\text{COO}^-$. Tuto část molekuly nazýváme hydrofilní a polární částí [15].



Obrázek 6: Vzorec mýdla, který znázorňuje nepolární a polární část molekuly [15].

Jakmile dojde k rozpuštění mýdla ve vodném roztoku, dochází k tvorbě kulovitých shluků molekul mýdelných sloučenin tzv. micel. Molekuly jsou seskupeny

hydrofobními částmi do středu tohoto kulovitého útvaru a s hydrofilními karboxylovými skupinami na jeho povrchu. Při kontaktu s nečistotou (částičkou tuku a jinými látkami hydrofobního charakteru), dohází k pohlcení této nečistoty micelou. Micela takto obalí celou nečistotu (viz Obr. 7). Nepolární část mýdlových molekul se ponoří do nečistoty, přičemž polární části mýdlových molekul jsou stále v jejím okolním prostředí (prací lázni). Takto je nečistota efektivně převedena z textilie do prací lázně. Tento proces nazýváme solubilizací [15].



Obrázek 7: Proces solubilizace při němž dochází k obalení nečistoty (v tomto případě částičku tuku) micelou a jejímu převedení z textilie do prací lázně.

Pokud voda prací lázně vykazuje vyšší obsah rozpuštěných vápenatých nebo hořečnatých solí (tvrdá voda), dochází ke srážení mýdla z roztoku ve formě nerozpustných solí. Proto je v těchto případech do pracího procesu nutné přidávat změkčovadla vody. Nejjednodušším změkčovadlem je uhličitan sodný (soda), jenž je součástí prostředků Organic. Prostředky Organic v sytké formě tuto složku obsahují v příbalovém balení (složka Antiflock) a změkčovadlo je před praním dávkováno společně s pracím prostředkem. Tekuté formy prostředků Organic již změkčovadla obsahují přímo ve svém koncentrátu.

Velkou výhodou těchto detergentů je jejich rychlá odbouratelnost, protože se snadno rozkládají, čehož je využíváno v čištění odpadních vod. Odpadní vody z pracího procesu tedy takřka nezatěžují životní prostředí. Prostředky také neobsahují nerozpustné látky, které jsou běžně v syntetických detergentech obsaženy (např. plnidla). Nedochází tak k zanášení vláken neodepranými nerozpustnými částicemi a vzniku tzv. inkrustace, která posléze vede ke ztvrdnutí povrchu a tvorbě prasklin na textilií. Tímto je také zajištěno velmi malé dávkování prostředku, srovnatelné s kompaktními detergenty, které jsou od počátku koncipovány jako prostředky bez obsahu plnidel.

3.1.2 Detergenty Persil:

Princip působení běžných syntetických detergentů, byl popsán v předešlých kapitolách. Hodí se však připomenout, že prostředky Persil jsou již bezfosfátovými pracími prostředky, které jsou primárně určeny pro veřejný sektor (domácí praní). Aktivační složkou prostředku je namísto polyfosforečnanů zeolit A (Sasil®) [29].

Henkel, výrobce prostředků Persil, deklaruje vysokou účinnost prostředků, již za nízkých teplot prací lázně, čehož má být dosaženo zlepšeným systémem PAL. Tato skutečnost má vést k ochraně životního prostředí zejména ve směru snížení spotřeby energie nutné k ohřevu prací lázně. Systém PAL prostředků Persil, má mít rovněž urychlenou schopnost biologického rozkladu [29].

Protože jsou oba typy těchto detergentů vyráběny, jak v sypkých, tak i tekutých formách, bylo příhodné zjistit, zda se výrazněji liší i účinnost jednotlivých forem prostředku. *Proto byly použity prací prostředky jak v sypké formě (vločky resp. prášek), tak i ve formě gelu:*

- **Organic přírodní prací prostředek ve formě vloček.**
- **Organic přírodní prací prostředek ve formě gelu.**
- **Organic přírodní prací prostředek ve formě gelu s dezinfekčním účinkem.**
- **Persil prací prostředek ve formě prášku.**
- **Persil prací prostředek ve formě gelu.**

3.1.3 Materiály a výrobky použité pro testování:

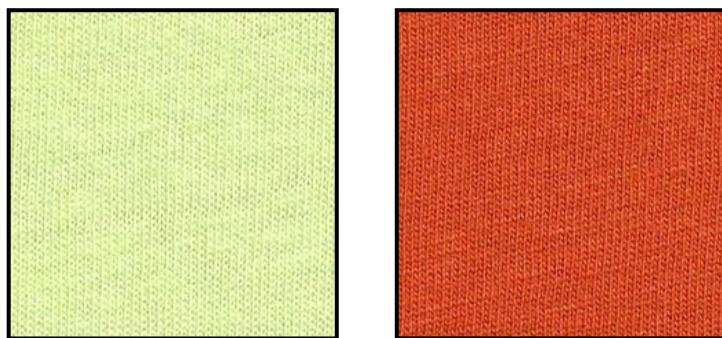
Materiály a výrobky, které byly použity, musíme rozdělit podle druhu prováděných zkoušek na:

Materiály použité pro zkoušky vzlínání a stálobarevnosti:

Pro tyto zkoušky byly použity běžné výrobky, které jsou využívány jako ložní prádlo a hygienické textilie (ručníky). Jednalo se o napínací prostěradla ve dvou barevných odstínech, potištěné saténové povlečení a froté ručníky (barvené i bělené). Pro všechny tyto materiály bylo společné jejich 100 % bavlněné materiálové složení:

a) **Napínací prostěradla:**

Pro zkoušení byla použita jednolící zátěžná pletenina z česaných přízí, plošné hmotnosti 110 g/m² a materiálového složení 100 % bavlna. Textilie byla použita ve dvou barevných odstínech (světle zelená a skořicová).



Obrázek 8: Barevné odstíny použitých napínacích prostěradel.

b) **Povlečení:**

Byla použita saténová tkanina materiálového složení 100 % bavlna, která je typická svojí hustou atlasovou vazbou a hladkým lesklým povrchem získaným mercerací bavlny. Na povrch textilie byl reaktivním tiskem vytvořen opakující se vzor. Plošná hmotnost materiálu byla 110 g/m².

Aby bylo dosaženo minimální tvorby lomů po vyprání výrobku, je textilie opatřena nežehlivou úpravou, která navíc dodává materiálu lepší splývavost. U takto

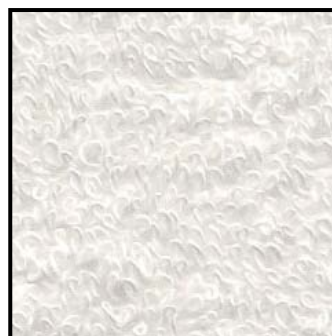
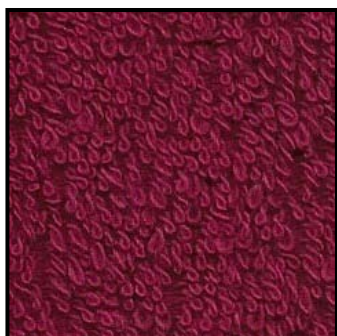
upravených výrobků je rovněž nutné zlepšit výsledný omak materiálu aplikováním měkkící úpravy, u které však v průběhu praní dochází k jejímu odepírání.



Obrázek 9: Saténové povlečení potištěné reaktivním barvivem.

c) Ručníky:

Pro zkoušky byly využity běžné froté ručníky (smyčková tkanina) materiálového složení 100 % bavlna. Plošná hmotnost textilie byla 400 g/m². Byly zkoušeny jak ručníky barvené, tak i pouze bělené. Bylo nutné postihnout obě tyto varianty, protože takto různě upravené textilie mohou vykazovat výrazně odlišné výsledné hodnoty měření.



Obrázek 10: Froté ručníky v použitých odstínech červené a bílé barvy.

Materiály použité pro zkoušky zjišťování pH vodného výluhu a antibakteriální aktivity:

Zjišťování antibakteriální aktivity bylo prováděno na několika druzích výrobků (ponožky a spodní prádlo), v několika materiálových složeních. V případě zkoušky zjišťování pH vodného výluhu textile, bylo zvoleno obyčejné tričko v nejběžnějším materiálovém složení:

a) Trička:

Bylo použito výrobků, které se využívají pro běžné nošení nebo pro sportovní aktivity, kdy dochází k jejich zátěžovému používání. Při tomto užívání výrobku dochází k perspiraci uživatele a pohlcení jím vyprodukovaného potu textilií. Materiálové složení výrobku bylo zvoleno záměrně 100 % bavlněné, protože je v těchto případech užívání nejběžnějším standardem.

b) Spodní prádlo a ponožky:

Antibakteriální aktivita může být textilii dodána speciálními antibakteriálními prostředky, provedenými úpravami při její výrobě, určitou roli může rovněž hrát i její materiálové složení. V tomto případě však bylo zjišťováno, zda je možné dodat textilii antibakteriální ochranu pomocí pracího prostředku, bez speciálních antibakteriálních aditiv. Bylo rovněž ověřováno, zda výrobky s přídavkem Ag⁺ mají schopnost dodávat textilii antibakteriální ochranu.

Výrobky byly zvoleny v takovém materiálovém složení, které odpovídá běžně používanému standardu, přičemž základním materiálem s převažujícím obsahem byla bavlna. Pro zkoušky zjišťování antibakteriální aktivity textilií byly použity výrobky v materiálovém složení:

- Ponožky 100 % bavlna.
- Ponožky 75% bavlna, 25 % PES.
- Ponožky 80% bavlna, 20% PAD s přídavkem Ag⁺.
- Spodní prádlo 100% bavlna.
- Spodní prádlo 95% MODAL, 5 % elastan.

3.1.4 Specifikace pracího procesu:

Bylo určeno, že jednotlivé zkoušky budou probíhat po stanoveném počtu pracích cyklů. Materiály určené pro zkoušky antibakteriality a pH vodného výluhu textilie, byly vyprány pouze jednou. Zkušební vzorky pro zkoušky vzlínání a stálobarevnosti byly odebrány vždy po prvním, třetím, pátém a desátém pracím cyklu.

Následné vyhodnocování již probíhalo podle druhu zkoušky. Do výčtu zkoušky tedy nemusel být zahrnut celkový počet odebraných zkušebních vzorků z pohledu vypraných cyklů. Např. v případě stanovení vzlínivosti textilií nebylo důležité určit tento parametr po 3. pracím cyklu, protože mezi prvním a pátým cyklem, které byly měřeny, by nemělo docházet k výrazným změnám ve výsledných hodnotách.

Prací proces probíhal v profesionální pračce Miele Professional W 6071 (viz Obr. 11), která simuluje jak praní domácí, tak i praní průmyslové. V tomto případě bylo simulováno praní domácí. Pro zkoušky stálobarevnosti a stanovení sací výšky byl zvolen odlišný program, než pro zkoušky zjišťování antibakteriální aktivity a hodnoty pH vodného výluhu. Následné sušení zkušebních vzorků materiálu probíhalo v sušičce Miele Professional PT 7135 C.



Obrázek 11: Profesionální pračka Miele Professional W 6071.

Program pro zkoušky stálobarevnosti a stanovení sací výšky plošných textilií:

Pro praní zkušebních vzorků textilií byl navolen program s teplotou prací lázně 60 °C, s jedním hlavním pracím cyklem a třemi cykly máchání. Prací prostředek byl dávkován a doplňován do násypky pračky vždy před zapnutím pracího cyklu. U prvního cyklu máchání probíhalo odstředování při 500 ot./min. a u zbývajících při 1500 ot./min. Po požadovaném počtu pracích cyklů, byly materiály pomocí sušičky usušeny.

Program pro zkoušky zjišťování antibakteriální aktivity a pH vodného výluhu:

Teplota prací lázně programu byla 30 °C, zkušební vzorky textilií byly prány v jednom hlavním pracím cyklu a třech cyklech máchání. Prací prostředek byl opět dávkován a doplňován do násypky pračky. V prvním cyklu máchání probíhalo odstředování při 500 ot./min., v druhém při 800 ot./min. a ve třetím při 1500 ot./min. Následně byly vyprané zkušební vzorky vloženy do sušičky a usušeny.

3.2 Zjišťování antibakteriální aktivity

Antibakteriální aktivita je schopnost usmrcovat nebo zabraňovat bakteriím uchytit se na textilií nebo se na ní dále množit. Tuto schopnost je možné textilií dodat prostřednictvím aditiva při výrobě vláken, zušlechťovací úpravou nebo údržbou. Převážné části výrobků s antibakteriální ochranou je tato úprava dodána pouze smočením textilie v antibakteriálním roztoku. Funkce těchto výrobků je tudíž omezena dobou používání, než dojde k jejich vyprání a ztrátě této antibakteriální funkce.

V současné době jsou využívány aplikace na bázi Ag⁺ nebo tzv. biocidů, tedy látek, které jsou do výrobků resp. materiálů aplikovány při jejich výrobě. Trh s antibakteriálně upravenými výrobky je tedy značně omezen zejména z pohledu objemu a různorodosti nabízených výrobků. Trh tak mnohdy nemůže postihnout opravdové požadavky a nároky na výrobek ze strany zákazníka.

Z tohoto důvodu se tato zkouška snažila odpovědět na otázku, zda je možné dodat antibakteriální ochranu výrobkům v pracím procesu, použitím běžných pracích prostředků, bez speciálních antibakteriálních aditiv. Konkrétním cílem zkoušky bylo

zjistit, zda přírodní prací prostředky Organic a běžný prací prostředek Persil dodávají zkoušeným textiliím schopnost antibakteriální aktivity. Tato schopnost zkoušených textilií byla zjišťována podle normy ČSN EN ISO 20645 (80 0885) – zkouška šíření agarovou destičkou.

Nárůst počtu bakterií na povrchu textilie je závislý na vnějších ovlivňujících faktorech, které mohou působit na bakteriální buňku příznivě či nepříznivě. Příznivě působící faktory urychlují bakteriální růst a metabolismus bakterie. Mikroorganismům jsou dodávány živiny, vitamíny, stopové prvky, teplo, vlhko aj. Oproti tomu nepříznivé faktory vytvářejí právě antibakteriální účinek. Zde je možno zařadit vliv podmínek prostředí, sterilizaci nebo dezinfekci [40].

Antibakteriálně látky mohou na bakterie působit dvěma způsoby. Buď způsobují celkovou inaktivaci bakterie, nebo potlačují její růst a schopnost reprodukce. Tyto antibakteriální účinky proto rozdělujeme do dvou kategorií. Tyto kategorie se od sebe navzájem liší svým vlivem na mikroorganismy ve smyslu ovlivnění jejich činnosti [9]:

a) Bakteriostatické účinky:

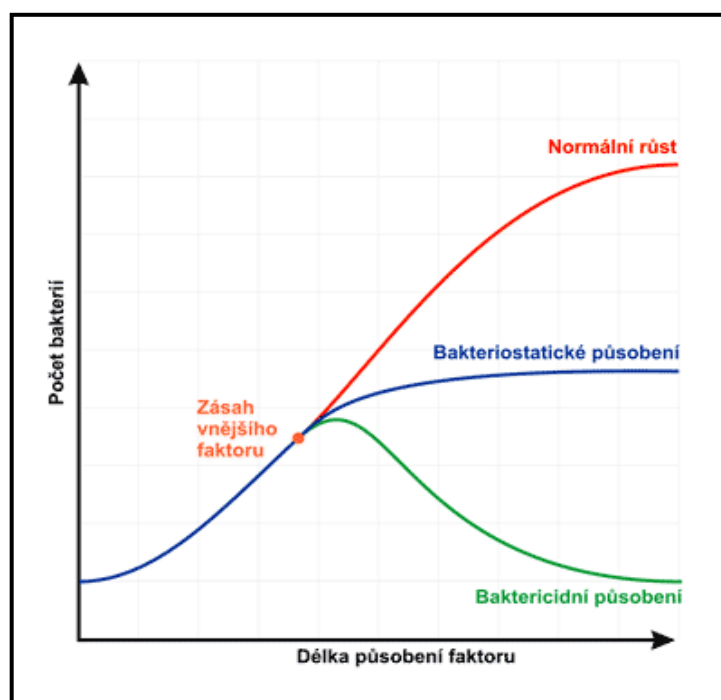
Zastavují buněčný růst bakterií, jejich buněčné dělení, čímž je zajištěn nezvyšující se počet bakteriálních kolonií. Bakterie následně přirozeně odumírají. Jedná se o méně drastický způsob, kdy většinou není použito vysoce toxických látek, které by mohly být škodlivé i pro organismus člověka.

b) Baktericidní účinky:

Zastavují buněčný cyklus (růst, dělení), bakterie ztrácí životaschopnost a dochází k jejich odumírání (dle logaritmické křivky). Klasickým příkladem baktericidní látky je využití iontů Ag^+ , které napadají fyziologické funkce bakterie a narušují její integritu. Dochází k narušení buněčné blány, metabolických dějů, nukleových kyselin (DNA, RNA).

Díky iontům Ag^+ jsou tedy přerušeny nejdůležitější životní funkce mikroorganismu, bez kterých je růst bakterie potlačen nebo častěji dochází přímo k usmrcení bakterie. Je prokázáno, že pro některé kmeny bakterií stačí pouze $1 \cdot 10^{-9}$ g Ag^+ , aby došlo k jejich inaktivaci. Ionty Ag^+ jsou agresivní vůči gramnegativním i

grampozitivním bakteriím. Stříbro však emituje ionty Ag^+ pouze ve vlhkém prostředí, v prostředí suchém se tento účinek ztrácí.



Obrázek 12: Graf antibakteriálního účinku znázorňuje působení vnějších faktorů na nárůst resp. úhyn počtu bakterií a udává možné eventuality jeho vývoje [9].

Na výsledný efekt při použití bakteriostatických a baktericidních prostředků poukazuje znázorněný graf (viz Obr. 12), který udává log počtu bakterií po dobu působení aplikovaných antibakteriálních látek. Znázorněn je i nárůst počtu bakteriálních kolonií bez použití antibakteriálních prostředků ve stejném čase. Z grafu je patrné, že baktericidní přípravky poměrně velmi rychle a výrazně redukují populaci bakterií, přičemž musí být vzat v potaz jejich vysoce toxický účinek, který může mít vliv i na organismus člověka [9].

Bakterie však mohou získat vůči těmto antibakteriálním látkám rezistenci (odolnost), což je běžný případ např. ve farmakologii, kdy dochází k vzniku rezistencí na určité druhy léčiv. Bakterie se adaptují díky fyziologickým a genetickým změnám (dochází k mutacím genu), nebo mohou získat tuto odolnost od bakterie jiného druhu, neboť tyto rezistence mohou být přenosné i mezi druhově odlišnými mikroorganismy.

Na výsledný účinek aplikovaných antibakteriálních látek má rovněž vliv hned několika faktorů [40]:

- Značný vliv na výsledný efekt má charakter látky, intenzita jejího působení a celková koncentrace látky.
- Určitý význam na celkovou účinnost látek mají i fyzikální faktory, mezi které řadíme např. změny teploty, záření aj.
- Rovněž charakter okolního prostředí může zesilovat nebo oslabovat účinek antibakteriálních látek:
 - Zesílení účinku způsobují změny hodnoty pH, zvýšení teploty aj.
 - Ke snížení účinnosti těchto látek přispívají faktory, jako je viskozita prostředí nebo organické látky v něm obsažené.

3.2.1 Bakteriální kmeny použité pro zkoušku:

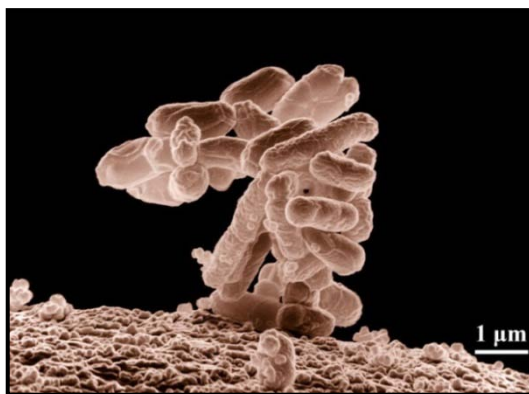
Jedním z hlavních faktorů zkoušky byly kmeny bakterií, které pro ni byly použity. Využité bakteriální kmeny patří do skupiny referenčních kultur mikroorganismů (dle ALE-G18, ČSNI):

a) *Escherichia coli* – bakteriální kmen podle ATCC 9637 (CCM 2024):

Je fakultativně anaerobní gramnegativní bičíkatá tyčinkovitá bakterie, která se vyskytuje v tlustém střevě a je jedním z nejdůležitějších zástupců střevní mikroflóry, ale ve své patogenní formě může vyvolávat dva druhy onemocnění [10]:

- Extraintestinální (močové cesty, septická onemocnění, infekce ran, hnisavé procesy). Při následné léčbě jsou tyto bakterie primárně citlivé na většinu antibiotik (s výjimkou bentylnicilinu).
- V intestinálním traktu vyvolává infekce doprovázené průjmy. Při léčbě těchto intestinálních forem je důležité dbát na dostatečnou rehydrataci organismu.

Mezi základní parametry této bakterie patří její délka pohybující se mezi 2-3 μm a její šířka (průměr), která je udávána okolo 0,6 μm . Růst vykazují v rozmezí teplot 10 až 46 °C, přičemž optimální teplotou je 37 °C. Po kultivaci při 37 °C tvoří kolonie velikosti 1-2 mm, hladké, lesklé, mazlavé, šedobílé barvy [8].

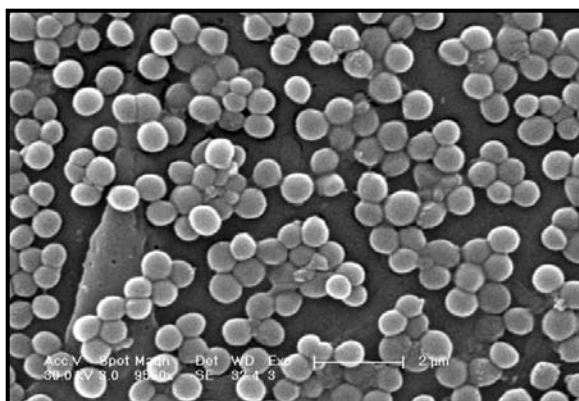


Obrázek 13: Tyčinkovité bakterie *Escherichia coli* [10].

b) Staphylococcus aureus – bakteriální kmen podle ATCC 1260 (CCM 888):

Jedná se o grampozitivní kokovitou bakterii patřící do rodu stafylokoků. Kulovitý tvar bakterie má průměr 0,5-1,5 μm. Rostou nejlépe za aerobních podmínek v rozmezí teploty 30 až 40 °C. Po 24 hodinové kultivaci při 37 °C tvoří kolonie velikosti 0,1-0,5 mm, hladké, lesklé, neprůsvitné, mazlavé, žlutobílé barvy [8].

Bakterie může způsobovat infekce různého rozsahu od mírných zánětů kůže a měkkých tkání až po život ohrožující sepse a nekrotizující pneumonie. Tato patogenita je výsledkem produkce toxinů, které poškozují infikovanou tkáň. Popisovaná bakterie je přitom u třetiny lidské populace přirozeně přítomna na kůži a sliznicích. Téměř 90 % stafylokoků je rezistentních vůči běžným penicilinovým antibiotikům, proto je pro léčbu těchto infekcí nutno využívat tzv. peniciliny inhibující beta-laktamázu. Ložiska bakterií způsobující infekci lze rovněž odstranit chirurgickým zákrokem [12] [13].



Obrázek 14: Kokovité bakterie *Staphylococcus aureus* [11].

3.2.2 Postup zkoušky:

Pro testování byly připraveny vzorky materiálů různého materiálového složení (popsáno výše), které byly vyprány v prostředcích Organic a Persil. Ihned po usušení byly materiály vloženy do uzavíracích sáčků, aby nedošlo ke styku s okolním prostředím, kde by mohlo dojít k jejich infekci bakteriemi. Materiály byly poté klimatizovány za stálých podmínek laboratoře.

Odlišné materiálové složení jednotlivých zkušebních vzorků bylo zvoleno záměrně, protože je prokázáno, že na výsledný antibakteriální efekt může mít vliv právě i materiálové složení. Zkoušky laboratoří prokazují, že u přírodních materiálů dochází k značně vyššímu nárůstu počtu bakterií, než na materiálech syntetických. Důvodem je obsah organických látek a stopových prvků na přírodních materiálech, kterých bakterie využívají jako svojí potravu.

Postup měření:

- 1) Pro testované bakterie byl připraven výživný agar, který byl vložen do autoklávu a autoklávován při 121°C po dobu 15 min. (pH = 7,2, při 20°C). Agar plní funkci živného média, kterého je běžně využíváno pro kultivaci mikroorganismů.
- 2) Následně byl agar ochlazen na teplotu 45°C. Do ochlazeného agaru o objemu 150 ml byl naočkován 1 ml bakteriálního inokula (10^8 /ml).
- 3) Takto připravený agar byl důkladně promíchán a v objemu 5 ml nalit do Petriho misek na krevní agar, který tvořil spodní vrstvu misky. Agarové misky byly připraveny k testům za 1 hod. po nalití a utužení agaru.
- 4) Z každého materiálu byl vždy odebrán jeden zkušební vzorek o rozměru 20x20 mm (pro jeden kmen bakterie), který byl následně položen do připravených misek. V případě materiálu s aktivním stříbrem (ponožky materiálového složení 80% bavlna, 20% PAD), byly vždy odebrány dva vzorky. První z oblasti chodidla, druhý z oblasti nártu. Důvodem bylo odlišné materiálové složení těchto partií výrobku a tedy i rozmístění přídatku aktivního stříbra.
- 5) Misky byly poté spolu se vzorkem inkubovány v termostatu nepřetržitě po dobu 20 hodin při teplotě 37°C.

- 6) Po vyjmutí z termostatu byly vyhodnoceny inhibiční zóny (podle tabulky v normě) a zjištěny případné bakteriální kolonie pod zkušebním vzorkem materiálu pomocí mikroskopu. Výsledky byly fotograficky zdokumentovány.

3.2.3 Vyhodnocení zkoušky:

Samotné vyhodnocení zkoušky bylo založeno na přítomnosti či nepřítomnosti nárůstu bakteriálních kolonií v kontaktní zóně mezi vrstvou agaru a zkušebním vzorkem testovaného materiálu. Popřípadě na vzniku tzv. inhibiční zóny v okolí zkušebního vzorku materiálu.

Pokud došlo ke vzniku inhibiční zóny i v okolí zkušebního vzorku, byla její šíře stanovena pomocí výpočtu, jenž ve výsledku udává její střední hodnotu

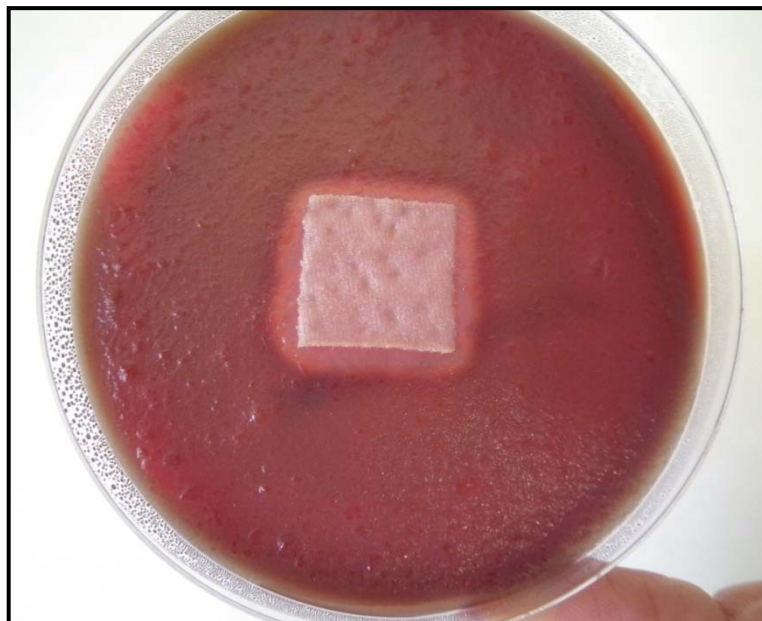
$$H_i = \frac{D_i - d}{2} [mm], \quad (3)$$

kde H_ije inhibiční zóna [mm];

D_ije celková šíře vzorku materiálu a inhibiční zóny [mm];

d je šíře vzorku materiálu [mm].

Tento výpočet je velmi dobře aplikovatelný u uvedeného příkladu (viz Obr. 15), kde se u zkušebního vzorku vytvořila zřetelně viditelná inhibiční zóna, jejíž šíře byla pomocí výpočtu stanovena na průměrnou hodnotu 4 mm.



Obrázek 15: Zkušební vzorek materiálu spodního prádla (95 % Modal/ 5 % Elastan) vypraný v prostředku Organic ve formě gelu, kdy došlo k inhibici vůči bakterii *Escherichia coli* a vzniku inhibiční zóny v okolí vzorku v průměrné šíři 4 mm.

Následná klasifikace zkušebních vzorků probíhala podle stupnice určené normou (viz Tab. 3). Výsledný efekt mohl být ohodnocen třemi stupni podle toho, zda bylo dosaženo inhibice vůči testovaným bakteriím, či nikoliv. Stupnice rovněž rozlišovala šíři inhibiční zóny a stupeň nárůstu bakteriálních kolonií na zkušebním vzorku materiálu.

Po vizuálním prozkoumání vzorku a určení zda došlo ke vzniku inhibice či nikoliv, případně po změření šíře inhibiční zóny, byl zkušební vzorek materiálu odstraněn z vrstvy agaru. Důvodem bylo potvrzení či vyvrácení přítomnosti kolonií bakterií v kontaktní zóně (na vrstvě agaru), na které spočíval vzorek materiálu. Kontaktní zóna byla proto zkoumána pomocí mikroskopu při 20-ti násobné zvětšení, se současným prosvětlením zespod agarové misky.

Tabulka 3: Stupnice, podle které byl hodnocen stupeň inhibice textilie vůči bakteriím [33].

Inhibiční zóna [mm]	Nárůst bakterií	Popis	Hodnocení
>1	Není	Inhibiční zóna větší jako 1 mm, bez nárůstu bakterií	Dobrý efekt
1-0	Není	Inhibiční zóna až do 1 mm, bez nárůstu bakterií	
0	Není	Bez inhibiční zóny, bez nárůstu bakterií	
0	Mírný	Bez inhibiční zóny, pouze několik omezených bakteriálních kolonií, jejich nárůst je téměř potlačen	Hranice účinnosti
0	Střední	Bez inhibiční zóny, nárůst bakterií je redukován na polovinu	Nedostatečný efekt
0	Velký	Bez inhibiční zóny, nárůst bakterií není redukován nebo je redukován pouze mírně	

Vyhodnocení zkušebních vzorků, u nichž bylo dosaženo inhibice:

Výsledky byly zhodnoceny z pohledu, zda bylo dosaženo inhibice a případně došlo-li ke vzniku inhibiční zóny. Pokud ano, byla šíře této inhibiční zóny změřena a podle příslušného výpočtu určena její průměrná hodnota.

Z výsledků zkoušek vyplývá, že antibakteriálního efektu (inhibice) bylo dosaženo pouze u tří zkušebních vzorků, které byly vyprány ve dvou různých pracích prostředcích. Z pohledu použitých kmenů bakterií bylo v jednom případě dosaženo inhibice vůči bakterii *Escherichia coli* a ve dvou případech u bakterie *Staphylococcus aureus*. Materiálové složení zkušebních vzorků, u kterých došlo ke vzniku inhibice, nebylo ani v jednom z případů totožné.

K inhibici vůči inokulovaným bakteriálním kmenům došlo u následujících pracích prostředků:

1) Při použití pracího prostředku Organic ve formě gelu:

Bylo dosaženo inhibice vůči bakterii ***Escherichia coli*** u spodního prádla v materiálovém složení 95 % Modal/ 5 % Elastan. Došlo rovněž ke vzniku inhibiční zóny v okolí zkušebního vzorku v průměrné šíři 4 mm. Celkový antibakteriální efekt proto mohl být ohodnocen jako **dobrý**.

Inhibice bylo dosaženo i v případě bakterie **Staphylococcus aureus** u ponožek v materiálovém složení 75 % Bavlna/ 25 % PES. V okolí zkušební vzorku došlo ke vzniku inhibiční zóny v průměrné šíři 2 mm. Antibakteriální efekt tak mohl být ohodnocen také jako **dobrý**.

Ostatní zkušební vzorky již nedosáhly uspokojivého stupně inhibice, tudíž byl jejich antibakteriální efekt označen za **nedostatečný**.

2) Při použití pracího prostředku Persil ve formě prášku:

Bylo dosaženo inhibice vůči bakterii **Staphylococcus aureus** u ponožek s přídavkem aktivního stříbra v materiálovém složení 80 % Bavlna/ 20 % PAD. Vzniklá inhibiční zóna dosahovala průměrné šíře 2 mm, výsledný antibakteriální efekt byl tedy označen za **dobrý**.

Ostatní zkušební vzorky nedosáhly uspokojivého stupně inhibice v žádném z případů, proto byl jejich výsledný antibakteriální efekt klasifikován jako **nedostatečný**. Veškeré výsledky jsou rozčleněny podle bakteriálních kmenů a uvedeny v tabulkách (viz Příloha 1 a 2).

Možné ovlivňující faktory:

Je rovněž důležité uvést možné faktory, které podporují nárůst bakterií na povrchu zkušebních vzorků textilie, nebo mu naopak zabraňují, resp. ho regulují:

a) Materiálové složení zkušebních vzorků:

Je důležité poznamenat, že příhodnějším prostředím pro růst a další reprodukci bakterií jsou přírodní materiály, které obsahují organické látky, jenž slouží jako potrava bakterií. Syntetické materiály již tak příhodné prostředí nevytvářejí, protože nenesou stopy přírodních látek.

Konkrétněji lze hovořit až o 30 % vyšším nárůstu bakterií na přírodních materiálech, oproti materiálům syntetickým. Mezi látky, které podporují rozvoj a reprodukci bakteriálních kolonií patří zejména:

- **Bílkoviny** v podobě protoplazmy, kyseliny asparágové, kyseliny glutamové, prolinu, aj.
- **Cukry** v podobě glukózy, galaktózy, fruktózy a pentózy.

b) Struktura textilie tj. vazba, hustota:

Rovněž struktura textilie (zde vazba pleteniny a její hustota) může poměrně značně narušit antibakteriální schopnost textilie. Příhodnějším prostředím se jeví poréznější a řidší vazby, které bakteriím poskytují dostatek prostoru za přístupu kyslíku pro jejich růst a reprodukci. Vytvářejí bakteriím ideální podmínky pro jejich uchycení, díky prostorům mezi řídce kladenými zákruty přízí.

c) Použitý typ detergentu:

Dalším faktorem, který může podporovat nárůst bakteriálních kolonií na textilií, jsou právě detergenty na bázi mýdla. Tyto prací prostředky jsou snadno biologicky rozložitelné, čehož je využíváno zejména při biologické úpravě odpadních vod, do kterých jsou odváděny odpadní látky pracího procesu. Prostředky na bázi mýdla svojí jednoduchou strukturou dovolují bakteriím jejich snadné a rychlé rozložení, přičemž následnou metabolickou přeměnu těchto látek vznikají živiny, kterých bakterie využívá pro svůj rozvoj.

V tomto případě mohou tudíž bakterie využívat těchto organických částic, ulpělých na povrchu textilie, jako potravy ke svému dalšímu růstu a reprodukci.

3.2.4 Shrnutí:

Protože se antibakteriální efekt vytvořil pouze ve třech případech z 50 možných, lze označit potenciál pracích prostředků, dodávat antibakteriální ochranu textilií, za lichý. Zcela zřetelně docházelo na téměř veškerých zkušebních vzorcích k značnému nárůstu bakteriálních kolonií a případy, kdy bylo dosaženo inhibice, jsou spíše ojedinělým úkazem. Pokud by však mělo být prokázáno, že antibakteriální efekt vytvořený právě v těchto případech, byl závislý na materiálovém složení zkušebního vzorku a použitém pracím prostředku, muselo by být provedeno další měření s mnoha opakováními.

Zkouška rovněž prokázala, že testované materiály s přísadkou Ag⁺ nedodávají výrobkům nikterak vyšší schopnost antibakteriální ochrany, než je tomu u běžných materiálů. Inhibice bylo dosaženo pouze v jednom z 10 možných případů. Nelze však

vyvracet skutečnost, že by Ag+ nebyl antibakteriálně účinný, avšak v tomto případě lze hovořit spíše o marketingovém tahu výrobce.

Ag+ je obsaženo pouze v PAD vláknech, do kterých je přidáváno při jejich výrobě. PAD vlákna jsou však ve výrobku obsažena pouze ve 20 % podílu. Proto, aby bylo možno zabezpečit, že Ag+ bude dodávat textilií antibakteriální aktivitu, musel by být až několikanásobně zvětšen objem tohoto aditiva, zejména z pohledu většího podílu PAD vláken na celkovém materiálovém složení výrobku. Ve výsledku by však tato skutečnost mohla vést k toxickým účinkům nejen pro organismus bakterie, ale i člověka. Pokud by tedy byl nalezen optimální poměr mezi jednotlivými složkami materiálu, který by dodával výrobku antibakteriální efekt, bylo by nutné položit si otázku, zda by se výsledný produkt stal prodejným z pohledu srovnání užitných vlastností a ceny výrobku?

Závěrem lze tedy říci, že běžné prací prostředky, bez speciálních antibakteriálních aditiv, nemají schopnost dodávat textiliím antibakteriální aktivitu. Dále, že aditivum v podobě Ag+ prokazatelně nezvyšuje antibakteriální efekt testovaných výrobků. Kvalitně působící antibakteriální ochranu je tedy možno výrobkům a textiliím dodávat pouze standardními způsoby, u kterých je možnost deklarovat jejich účinnost.

3.3 Zjišťování hodnoty pH vodného výluhu

Stále častěji je vyžadováno, aby textilie vyhovovaly určitým mezním hodnotám z pohledu jejich kyselosti nebo zásaditosti. Tento parametr se velmi často vyjadřuje právě pomocí pH vodného výluhu. Hodnota pH rovněž poskytuje informaci, jak byla textilie zpracována, v jakém pracím prostředí, aj. [34].

Prací lázeň běžných detergentů má mírně alkalickou hodnotu pH (7,40 – 9,40), zatímco prostředky Organic vykazují pH blížíci se hodnotě pH 10,00.

Cílem této zkoušky bylo zjistit, zda se liší hodnota pH vodného výluhu textilie při použití přírodních pracích prostředků Organic a běžného pracího prostředku Persil,

po zátěžovém použití textilie, kdy dochází k perspiraci (pocení) a vsakování potu do textilie.

Hodnota pH (z anglického potential of hydrogen tj. potenciál vodíku), jinak kyselost nebo vodíkový exponent, je číslem, které vyjadřuje, zda roztok kapaliny reaguje kyselé či naopak alkalicky (zásaditě). Hodnotu pH je možno rovněž definovat jako záporně vzatý dekadický logaritmus aktivity oxoniových kationtů. Jeho klasifikace probíhá pomocí logaritmické stupnice s rozsahem hodnot z intervalu $<0; 14>$ [34]:

- Jako kyselé roztoky klasifikujeme hodnoty pH nižší jako 7, přičemž čím nižší číslo, tím je kyselina silnější.
- Oproti tomu alkalické roztoky nabývají hodnot pH vyšších jako 7 a platí, že čím vyšší je číslo, tím je alkálie silnější.
- Hodnota rovna pH 7,00 je označována jako pH neutrální.

3.3.1 Postup zkoušky:

Zjišťování hodnoty pH vodného výluhu bylo prováděno podle normy ČSN EN 1413 (80 0066), jejíž podstatou je elektronické zjišťování hodnoty pH vodného výluhu textilie, pomocí skleněné elektrody pH metru, za běžné teploty místnosti. Měření probíhalo na zařízení *CyberScan pH 510*, určenému k zjišťování hodnoty pH pomocí skleněné elektrody. Principem přístroje je zjišťování hodnoty pH pomocí elektrického potenciálu skleněné baňky, jako měrného členu [34].

Základní částí skleněné elektrody je tenkostěnná baňka ze speciálního skla, která je uvnitř naplněna pufrem (roztokem konstantního pH). Vnější povrch této baňky je v průběhu měření ve styku s měřeným roztokem. Rovnováha mezi hydroxonovými ionty ve zkoumaném roztoku a ionty na povrchu skla způsobují změnu elektrického potenciálu skleněné elektrody. Elektrický potenciál je měřen citlivým voltmetrem, který musí vykazovat vysoký vstupní odpor, tato hodnota je následně automaticky převáděna na hodnotu pH zobrazenou na displeji přístroje. Výsledná hodnota pH je měřena s rozlišením na 0,01 pH [31] [32].



Obrázek 16: *Přístroj pro zjišťování hodnoty pH CyberScan pH 510 [14].*

Protože cílem této zkoušky bylo zjištění pH vodného výluhu textilie po jejím zátěžovém použití, kdy dochází k perspiraci, bylo nutné tyto podmínky adekvátně nasimulovat.

Člověk produkuje pot alkalický a kyselý (podle pohlaví, zdravotního stavu, atd.), zkouška tudíž musela postihnout obě tyto možnosti. Pro testování byl připraven pot umělý, podle normy ČSN EN ISO 105-E04 (80 0165), která se vztahuje na zkoušení stálobarevnosti textilie v potu. Podle normy byl připraven pot:

- **Alkalický** o hodnotě pH 8,00.
- **Kyselý** o hodnotě pH 5,50.

Pro zkoušky bylo použito osnovní pleteniny v materiálovém složení 100 % bavlna. Zkušební vzorky textilie byly smočeny v obou variantách potu po dobu 30 min. a následně založeny do perspirometru, který byl na dobu 4 hod. vložen do sušárny o konstantní teplotě 37 °C. Tímto byla simulována teplota lidského těla, po dostatečnou dobu, aby mohlo dojít k zafixování potu do textilie a případnému ovlivnění její hodnoty pH. Po vyjmutí z perspirometru byly textilie dosušeny.

Samotné měření pH vodného výluhu probíhalo za stálé teploty laboratoře 22 °C, kde byly vzorky spolu s extrakčním roztokem klimatizovány. Jako extrakčního roztoku bylo použito destilované vody o hodnotě pH 6,30 a teplotě místnosti. Z laboratorních vzorků byly odebrány vždy tři zkušební vzorky, jejichž hmotnost byla $2 \pm 0,05$ g.

Postup měření:

- 1) Ze zkušebních vzorků jednoho pracího prostředku byly připraveny do laboratorních baněk vždy tři výluhy o teplotě místnosti. Zkušební vzorek byl smočen ve 100 ml extrakčního roztoku.
- 2) Baňky byly následně umístěny do laboratorní třepačky (při 60 ot./min.) a protřepávány po dobu 2 hod.
- 3) Před samotným měřením hodnoty pH, bylo nutné kalibrovat pH-metr pomocí tzv. pufovacích roztoků s hodnotami pH: 4,01; 7,00 a 10,01. Poté již mohlo být přistoupeno k měření zkušebních roztoků.
- 4) Z jedné baňky byly připraveny vždy tři roztoky, které byly podrobeny měření, přičemž hodnota pH prvního roztoku nebyla zaznamenávána. Zbylé dvě hodnoty byly zprůměrovány.

3.3.2 Vyhodnocení zkoušky:

Pro snadnější orientaci ve vyhodnocení budou následně definovány některé pojmy, aby bylo hodnocení co nejvíce srozumitelné a bylo možné ho snadno přiřadit ke konkrétnímu výsledku. Ve vyhodnocení je použito následujících pojmů:

a) Jednotlivá hodnota pH:

Hodnota, která byla získána při ponoření skleněné elektrody do jednoho ze tří výluhů (hodnota prvního výluhu není zaznamenávána) jednoho zkušební vzorku. Pro určení výsledné hodnoty pH je nutné dvou těchto měření, které jsou následně zprůměrovány.

b) Výsledná hodnota pH:

Hodnota, která byla získána zprůměrováním dvou jednotlivých hodnot pH a je uváděna jako výsledná hodnota pH jednoho zkušební vzorku textilie.

c) Soubor naměřených hodnot pH:

Soubor výsledných hodnot pH jednoho pracího prostředku, který obsahuje vždy tři tyto výsledné hodnoty pH.

Z naměřených dat je patrné, že mezi výslednými hodnotami pH u jednotlivých pracích prostředků je velmi malé rozpětí hodnot (max. 0,16 pH), tudíž lze usuzovat, že měření proběhlo správně a hodnoty odpovídají skutečnosti. Tuto skutečnost potvrzuje i zadání normy, které udává, že mezi jednotlivými hodnotami pH nesmí být rozdíl větší než 0,20 pH, protože byly naměřeny hodnoty s maximálním rozdílem 0,03 pH. Bylo tak možné deklarovat, že měření proběhlo správně a hodnoty jsou vypovídající.

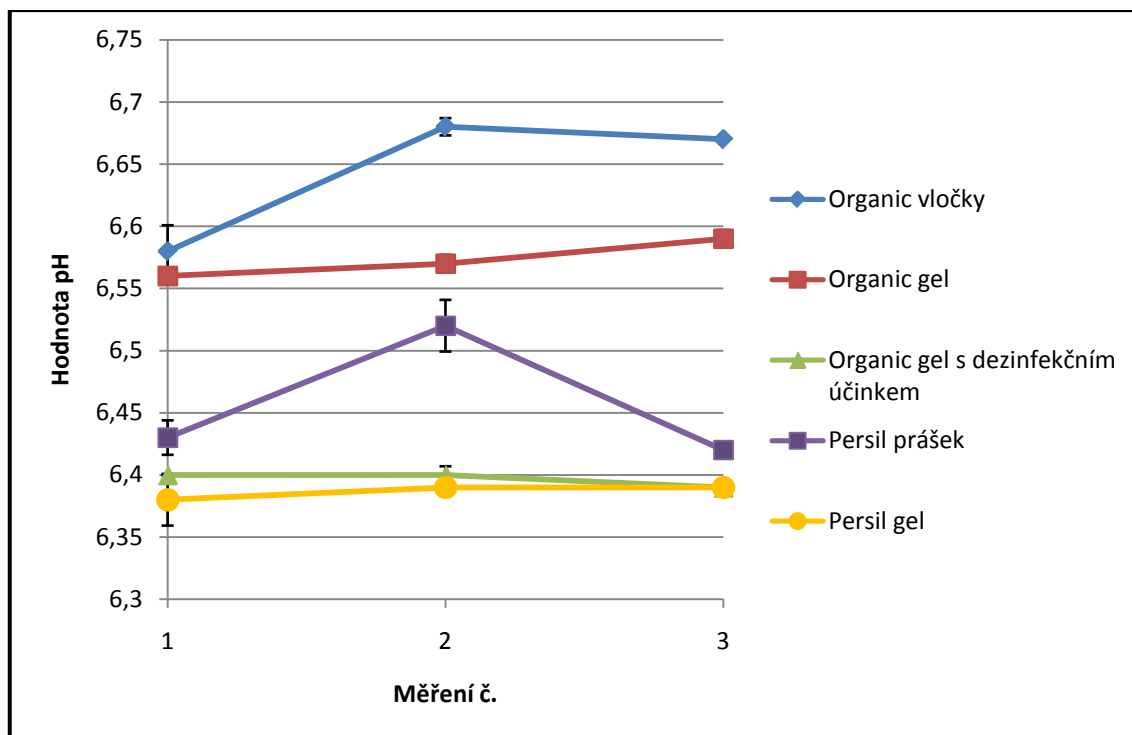
3.3.3 *Vyhodnocení výsledných hodnot pH v alkalickém potu:*

Pokud je na výsledky měření pohlíženo z pohledu jednotlivých hodnot pH, může být konstatováno, že nabývají pouze minimálních rozdílů a vykazují tak velmi nízkou variabilitu. Přírůstky a úbytky hodnot se pohybují v řádech setin pH. Toto hodnocení je možné brát spíše jako potvrzení správnosti měření, protože tyto naměřené hodnoty pocházejí z výluhu pouze jednoho zkušební vzorku. Nemohou zde tudíž být ještě zřetelné nějaké rozdíly mezi jednotlivými zkušebními vzorky textilie nebo prostředky.

Při srovnání výsledných hodnot pH v jednom souboru naměřených dat resp. u jednoho pracího prostředku zjistíme, že variabilita rozdělení výsledných hodnot pH se pohybuje kolem jejich středních hodnot, což potvrzuje poměrně velkou podobnost naměřených dat. Rovněž rozpětí hodnot nabývá vždy téměř zanedbatelných hodnot v řádech několika setin pH.

Tabulka 4: *Výsledné hodnoty pH vodného výluhu textilie v alkalickém potu.*

Měření č.	Organic vločky	Organic gel	Organic gel s dez. účín.	Persil prášek	Persil gel
1.	6,58	6,56	6,40	6,43	6,38
2.	6,68	6,57	6,40	6,52	6,39
3.	6,67	6,59	6,39	6,42	6,39
Střední hodnota	6,64	6,57	6,40	6,45	6,38
Směrodatná odchylka	0,046	0,012	0,004	0,044	0,006
Rozptyl	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000
Rozpětí	0,10	0,03	0,01	0,10	0,01
Konfidence (pro 95 % IS)	0,052	0,014	0,005	0,050	0,007



Obrázek 17: Graf naměřených hodnot pH vodného výluhu v alkalickém potu.

Na výsledné hodnoty musí však být pohlíženo zejména z pohledu, zda se ve výsledných hodnotách pH vodného výluhu od sebe výrazněji liší prací prostředky Organic a Persil (viz Obr. 17).

Podobnost výsledných hodnot je i zde poměrně konzistentní. Při srovnání jednotlivých souborů dat mezi sebou, je již sice možné sledovat určité rozdíly, ale stále poměrně malé. Přesto lze říci, že prostředky Organic (s výjimkou prostředku ve formě gelu s dezinfekčním účinkem) přibližují výsledné pH hodnotě pH neutrální více, než prostředky Persil. Musí zde však být zohledněn fakt, že běžné detergenty dosahují hodnot pH v rozmezí 7,4 – 9,4, zatímco prostředky Organic nabývají standardně hodnoty okolo pH 10,00. Tato skutečnost tedy byla zřejmě faktorem, který tvořil rozdíl mezi výslednými hodnotami pH u prostředků Organic a Persil.

I když jsou tedy viditelné určité malé odchylky ve srovnání jednotlivých pracích prostředků, nejsou v měřítku hodnot pH příliš významné. Proto může být přijat závěr, že vliv konkrétního druhu pracího prostředku na výsledné pH vodného výluhu v alkalickém potu je poměrně malý až zanedbatelný. Výsledné hodnoty se pohybují v přijatelném rozmezí <6,38; 6,68> a blíží se ideální hodnotě pH neutrální.

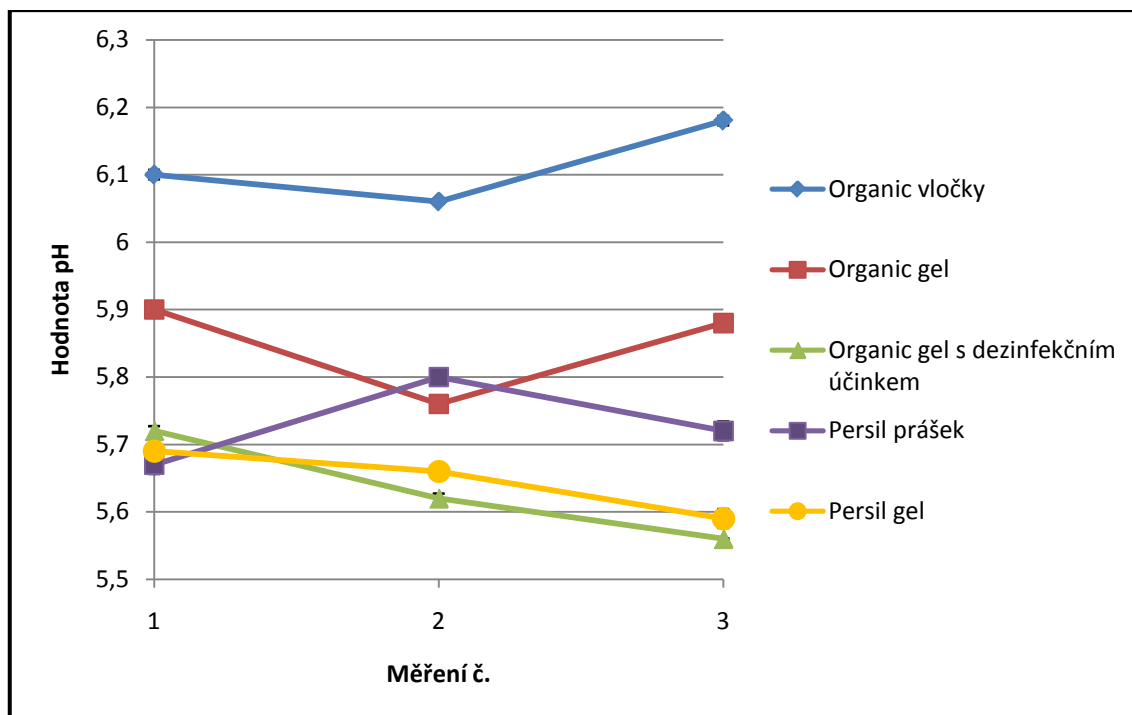
3.3.4 Vyhodnocení výsledných hodnot pH v kyselém potu:

I v druhém případě lze z pohledu jednotlivých naměřených hodnot pH hovořit o minimálních rozdílech a tedy i nízké variabilitě. Mezi jednotlivými hodnotami pH tedy opět dochází pouze k minimálním odchylkám a přírůstky či úbytky hodnot se opět pohybují v řádech setin pH.

Pokud jsou již srovnávány výsledné hodnoty pH v jednotlivých souborech naměřených dat vykazují obdobnou podobnost naměřených dat a nenabývají výraznějších odchylek. Variabilita rozdělení výsledných hodnot se opětovně pohybuje kolem jejich střední hodnoty v řádech několika setin pH, maximálně pak jedné desetiny.

Tabulka 5: *Výsledné hodnoty pH vodného výluhu textilie v kyselém potu.*

Měření č.	Organic vločky	Organic gel	Organic gel s dez. účín.	Persil prášek	Persil gel
1.	6,10	5,90	5,72	5,67	5,69
2.	6,06	5,76	5,62	5,80	5,66
3.	6,18	5,88	5,56	5,72	5,59
Střední hodnota	6,11	5,85	5,63	5,73	5,64
Směrodatná odchylka	0,048	0,064	0,064	0,054	0,040
Rozptyl	0,002	0,004	0,004	0,003	0,002
Rozpětí	0,12	0,14	0,16	0,13	0,10
Konfidence (pro 95 % IS)	0,054	0,073	0,073	0,061	0,045



Obrázek 18: Graf naměřených hodnot pH vodného výluhu v kyselém potu.

Srovnáme-li však jednotlivé soubory dat mezi sebou (viz Obr. 18), je možno sledovat rozdíly, které již nabývají „zajímavějších“ hodnot, než tomu bylo v případě pH vodného výluhu v alkalickém potu. Podobnost jednotlivých hodnot již není tak zřetelná, jako v předchozím případě. Rozpětí mezi naměřenými hodnotami dosahuje až hodnoty 0,62 pH, což je více jak dvojnásobné číslo oproti naměřeným hodnotám u alkalického potu. Paradoxním je ovšem fakt, že tohoto rozdílu mezi maximální a minimální hodnotou bylo dosaženo mezi dvěma prostředky Organic.

Pokud je tedy na výsledné hodnoty pohlíženo z hlediska rozdílných hodnot pH u prostředků Organic a Persil, může být konstatováno, že výrobky Persil vykazují poměrně stabilnější hodnoty pH při vzájemném srovnání mezi sebou. Tyto prostředky však dosahují mírně nižších výsledných hodnot pH, které se blíží hodnotám roztoku s mírně kyselou odezvou.

Oproti tomu prostředky Organic dosahují příznivějších hodnot pH s tím, že mezi nimi je obsaženo i určité rozpětí výsledných hodnot:

- U prostředku ve formě vložek se průměrná hodnota pH 6,11 více blíží hodnotě pH neutrální, což se jeví být velmi pozitivním úkazem.

- V případě prostředku ve formě gelu a gelu s dezinfekčním účinkem se jejich průměrné hodnoty pH 5,85 resp. pH 5,63 blíží spíše hodnotě pH s mírně kyselou odezvou.

Vliv pracího prostředku na výsledné pH vodného výluhu v kyselém potu je tedy mírně nerovnoměrný a liší se u každého druhu prostředku, s výjimkou prostředků Persil, které si zachovávají poměrně konstantní hodnoty. U prostředků Organic, zejména pak u prostředku ve formě vloček je však možné vysledovat, že má na výsledné pH poněkud významnější vliv.

To je opět možno vysvětlit skutečností, že prostředky Organic vykazují poměrně vysoké pH 10,00 při své 100 % koncentraci a poměrně výrazně tak zvyšují výsledné pH textilie po jejím vyprání. Tento jejich účinek posléze zřejmě ovlivnil i výsledné hodnoty pH po smočení textilie v umělém potu, jehož hodnota byla působením prostředku Organic více neutralizována. Tato schopnost se jeví jako velmi pozitivní, protože deklaruje určitý potenciál prostředku Organic zvyšovat hodnotu pH blíže hodnotě pH neutrální a neutralizovat tak agresivní kyselý pot.

V případě prostředku Organic ve formě gelu s dezinfekčním účinkem se tato schopnost neprojevuje a blíží se obdobným hodnotám pH, které byly naměřeny u prostředků Persil. Tato skutečnost je zřejmě důsledkem působení dezinfekční složky, která v celkovém měřítku snižuje prací schopnosti prostředku. Přesto se jednotlivé naměřené hodnoty pH pohybují v poměrně přijatelném rozpětí hodnot <5,56; 6,18>, přičemž v nejnižším dosaženém bodě se již blíží hodnotě pH s mírně kyselou odezvou.

3.3.5 Faktory ovlivňující výsledné hodnoty pH:

Výsledné hodnoty pH byly ovlivněny hned několika faktory, kterými mohl být téměř eliminován účinek pracího prostředku na výsledné pH a minimalizovány tak rozdíly mezi jeho naměřenými hodnotami. Tyto faktory byly požadovanou součástí zkoušky, je ovšem nutné definovat, jak velký význam mohou mít na výsledné hodnoty pH vodného výluhu textilie:

a) Pot, ve kterém byly zkušební vzorky materiálu smočeny:

Pro simulaci zátěžového použití zkušebních textilií bylo využito potu alkalického (pH 8,0) a potu kyselého (pH 5,50), ve kterém byly tyto textilie smočeny.

Výsledné pH textilie po této úpravě se blížilo právě k hodnotám použitých potů, přičemž bylo ovlivněno i hodnotou pH pracího prostředku, kterou získala textilie v pracím procesu, avšak nikterak výrazněji.

S nejvyšší pravděpodobností již v této fázi došlo k takřka celkové eliminaci účinku pracího prostředku na pH textilie. Výsledné pH textilie po této úpravě bylo tedy ovlivněno zejména použitým umělým potem. U zkušebních vzorků, vypraných v prostředcích Organic se pravděpodobně projevila vyšší hodnota pH těchto prostředků, která mírně zvyšovala výsledné pH textilie u obou variant potů.

b) Extrakční roztok, který byl použit při získávání výluhu ze zkušebních vzorků textilií:

Podle výsledků měření byly výsledné hodnoty pH vodného výluhu ovlivněny i použitým extrakčním roztokem. V tomto případě destilovanou vodou s hodnotou pH 6,30 při 22°C. Jednotlivé hodnoty měření byly totiž rozptýleny právě kolem této hodnoty pH.

Předcházející hodnota pH, kterou nabyla textilie při smočení v umělém potu, tak byla částečně neutralizována právě použitím destilované vody o hodnotě pH 6,30. Takové ovlivnění ze strany pomocného činidla je však logické a očekávané, protože celkový objem extrakčního roztoku k hmotnosti zkoušeného vzorku byl v poměru 50:1 (100 ml:2 g).

3.3.6 Shrnutí:

Během celého měření působilo na zkušební vzorky hned několik faktorů, díky kterým mohl být účinek pracího prostředku na výsledné pH minimalizován, proto je nutné na výsledky pohlížet s určitou rezervou. Tyto ovlivňující faktory však byly požadovanou součástí zkoušky, která takto měla nasimulovat zátěžové použití textilií. Výsledné hodnoty pH vodného výluhu textilie jsou tedy součtem působení zejména dvou vlivů.

V první řadě použitého potu, který z velké části eliminoval působení pracího prostředku na výsledné pH textilie. V řadě druhé extrakčního roztoku, jenž částečně neutralizoval pH textilie získané smočením v umělém potu a výslednou hodnotu pH přiblížil právě k hodnotě svojí. Rozdíly mezi hodnotami pH, které získaly textilie

v pracím procesu, tedy mohly být výraznější, pokud by nedošlo právě ke smočení v umělém potu, nebo použití extrakčního roztoku (destilované vody).

Zkouška tímto splnila své zadání a simulace zátěžového použití textilie pomohla utvořit závěr, že výsledné pH vodného výluhu textilie není nikterak zásadně ovlivněno použitým prací prostředkem a druhem prostředku, ale zejména potem, který člověk produkuje (alkalický nebo kyselý). Přesto je zde možné sledovat určitý potenciál prostředků Organic, zvyšovat hodnotu pH, při smočení v kyselém potu, blíže hodnotě pH neutrální, což může být velmi pozitivní vlastností tohoto prostředku. A to zejména v případech, kdy dojde ke styku s výrazně kyslejší potem, než tomu bylo v případě potu umělého (pH 5,50).

V konečném výsledku však můžeme říci, že se jednotlivé naměřené hodnoty pH pohybují v přijatelných mezích v intervalu hodnot $\langle 5,56; 6,18 \rangle$ v případě potu kyselého a v intervalu $\langle 6,38; 6,68 \rangle$ v případě potu alkalického. Naměřené hodnoty nenabývají v měřítku pH významných odchylek, což může být vzato jako uspokojivé jak z pohledu výrobce pracích prostředků, tak i jejich uživatelů.

3.4 Vzlínání – stanovení sací výšky

Transport kapaliny do vláknenného svazku, příze nebo textilie, může být zapříčiněn vnějšími silami nebo tzv. kapilárními silami. Při spontánním transportu kapaliny do porézní soustavy, v tomto případě do textilie, kapilárními silami hovoříme o tzv. vzlínání. Vzlínání nastane, jestliže se textilie dostane do kontaktu se smáčivou kapalinou, např. v podobě kapky nanesené na textilií. Samovolné smáčení je předpokladem i pro samovolné vzlínání [16].

Literatura popisuje teoreticky pouze základní model. Kapalina, která se dostane do kontaktu se smáčivou kapilárou, do ní samovolně proniká, dokud se nedostaví rovnováha. V nekonečném čase kapalina vyvzlíná do rovnovážné sací výšky, která je dána rovnováhou mezi gravitační silou a silou vzlínání. Tato síla je dána součtem mezipovrchových sil na rozhraní kapalina-plyn-pevná látka. Při vzlínání se ustálí povrch kapaliny v takové výšce (poloze), aby vzniklý útvar byl energeticky

nejvýhodnější (minimální styčná plocha kapaliny se vzduchem, maximální se smáčivým povrchem, minimální výška těžiště útvaru, atd.) [16].

Vzlínání kapaliny do porézní struktury, např. plošné textilie se řídí stejnými principy, jako vzlínání do válcové kapiláry. Distribuce kapaliny v přízi je prakticky rovnoměrná, v textiliích je však tato situace mnohem komplikovanější. Kapalinu v textiliích můžeme rozdělit na [16]:

- Kapalinu obsaženou v přízi.
- Kapalinu obsaženou mezi přízemi. Do určité výšky jsou mezivláknenné prostory zcela vyplněny a nad ní jsou již téměř bez kapaliny. Kapalina je poté distribuována již pouze přízí.

Některé druhy textilií jsou závislé na poměrně vysoké nasákavosti vůči kapalinám, např. ručníky. Metodou, jak zjistit míru nasákavosti textilie, je zkouška založená právě na tomto jednoduchém fyzikálním pokusu, vedení kapaliny textilií směrem vzhůru, vzlínáním. Avšak bez dostatečného snížení povrchového napětí textilie nedochází k jejímu adekvátnímu smočení kapalinou. Snížení povrchového napětí textilie je dosaženo zejména pomocí pracích prostředků.

Převážná část výrobců pracích prostředků totiž uvádí, že jejich přípravky zvyšují nasákavost a tím přímo zvyšují účinnost textilií. Cílem této zkoušky bylo tedy zjistit, zda prací prostředky Organic zvyšují tuto schopnost textilie a mohou být v tomto ohledu rovnocenným soupeřem běžných syntetických pracích prostředků. Výrobce Tanex totiž deklaruje, že prostředky Organic zvyšují savost textilie se srovnatelnou účinností jako běžné syntetické detergenty.

3.4.1 Postup zkoušky:

Stanovení hodnoty sací výšky zkoušených textilií bylo prováděno podle normy ČSN 80 0828, která určuje míru schopnosti plošné textilie svým průřezem přijímat kapalinu vzlínáním. Aby bylo zjištěno, zda se liší výsledné hodnoty savosti ve směru osnovy a útku u tkanin, resp. sloupců a řádků u pletenin, byly připraveny zkušební vzorky v obou směrech textilie, jak udává norma.

Bylo použito čtyř druhů materiálů identického materiálového složení 100 % bavlna. Mezi zkušební vzorky materiálů byly zařazeny napínací prostěradla světle zelené barvy, bílé a červené ručníky a saténové povlečení opatřené nežehlivou úpravou. Zkušební vzorky byly před provedením experimentu klimatizovány za stálých podmínek laboratoře.

Pro zkoušení bylo použito jednoduchého zařízení, které se skládá z vaničky, v němž spočívá obarvený roztok a z rámečku, jenž slouží pro upevnění zkušebních vzorků textilie. Zkouška je tedy založena na jednoduchém principu. Zkušební vzorky textilie jsou upevněny v pevném kovovém rámečku a zavěšeny v kolmém směru k hladině obarveného roztoku. Přesahující konce textilie jsou ponořeny do roztoku. Doba zkoušky je časově omezena na 30 min. Výsledné hodnoty jsou vyjádřeny v mm/30 min.



Obrázek 19: Zkušební vzorky materiálu, upevněné v rámečku a ponořeny přesahujícími konci do obarveného roztoku.

Postup měření:

- 1) Byly připraveny vzorky o rozměru 250x10 mm, ve směru osnovy a útku u tkanin a ve směru sloupců a řádků u pletenin. Pro každý směr textilie bylo připraveno vždy 6 vzorků.
- 2) Připravené vzorky byly upevněny na bodce rámečku s přesahem na jedné straně. Rámeček byl zavěšen na konstrukci nad vaničku s obarveným roztokem a přecházející konce vzorků byly ponořeny do této kapaliny.
- 3) Po uplynutí stanovené doby 30 min., byly změřeny jednotlivé sací výšky, které byly následně statisticky zpracovány.

Faktory ovlivňující výsledné hodnoty savosti:

Je rovněž důležité uvést, že výsledné hodnoty savosti mohou být či spíše jsou ovlivněny některými faktory, které jsou stanoveny hned na počátku parametry textilie, nebo se mění v průběhu užívání textilie:

a) Na výsledné hodnoty savosti mohou mít vliv základní parametry textilie:

- Materiálové složení může zásadně ovlivnit schopnost textilie přijímat kapalinu. Obecně lze říci, že přírodní materiály vykazují vyšší savost proti materiálům syntetickým.
- Příčný průřez vláken může velmi výrazně ovlivňovat tzv. kapilární jev, který výrazně zvyšuje schopnost textilie vést kapalinu svým povrchem. Např. POP vlákna svým hvězdicovitým průřezem dosahují značného kapilárního jevu a mohou tedy velmi dobře vést kapalinu. Roli v tomto případě tedy nehraje ani tak materiálové složení, ale zejména příčný průřez jednotlivých vláken.
- Typ vazby a objemnost textilie rovněž vytvářejí poměrně specifické podmínky pro schopnost textilie přijímat vodu. Zvolená vazba může vytvářet kapiláry, kterými poté snadněji voda stoupá směrem vzhůru (vzlíná). Oproti tomu vyšší objemnost textilie napomáhá pojmoutí spíše většího objemu kapaliny do textilie.

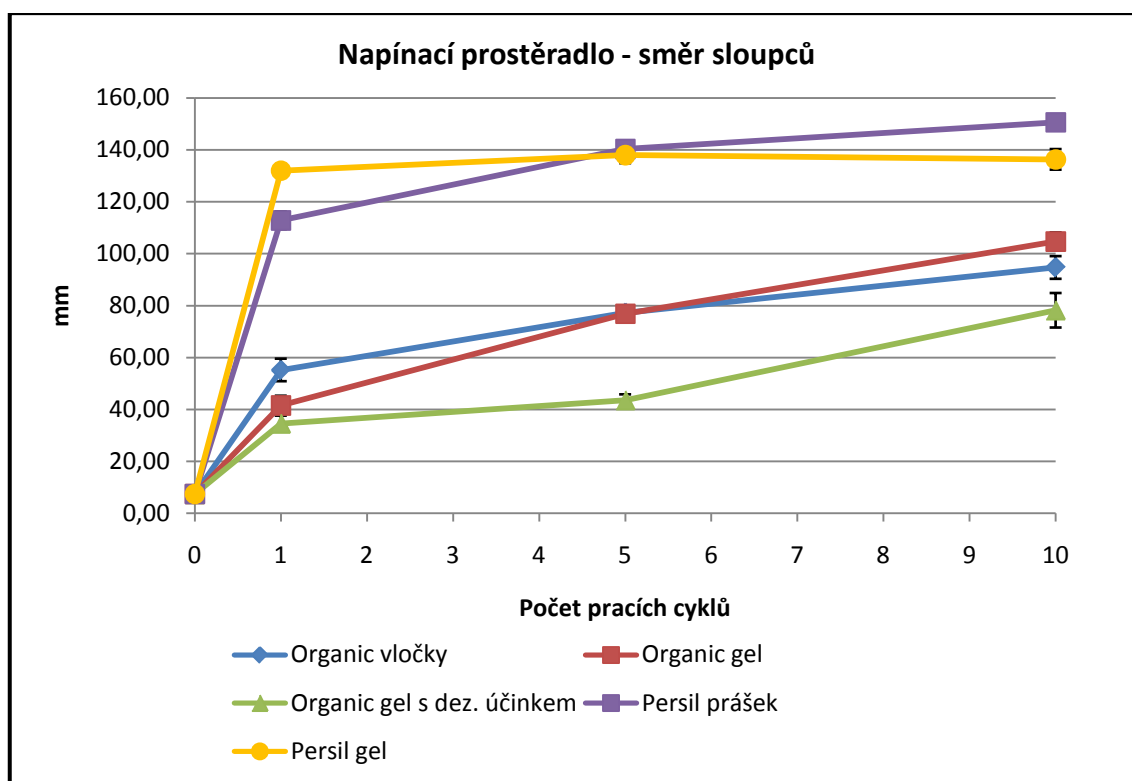
b) Schopnost textilie vést vodu směrem vzhůru se mění i v průběhu užívání textilie, což může být zapříčiněno:

- Použitým pracím prostředkem, kde se mezi hlavní aspekty řadí účinná složka prostředku. V tomto případě můžeme rozlišovat jednoduchou složku mýdla prostředků Organic a systém PAL a aktivačních přísad prostředků Persil.
- Počtem pracích cyklů, které textilie absolvovala. Zde hraje roli zejména intenzita působení detergentu a jeho agresivita vzhledem k celkové integritě textilie (narušování povrchu textilie).
- Úpravou, kterou je textilie opatřena. Např. textilie opatřené měkčící úpravou vykazují poměrně nízkou schopnost přijímat kapalinu, protože tato úprava dodává textilií hydrofobní charakter. U této semipermanentní úpravy rovněž dochází v průběhu užívání k jejímu odepírání, což může vést k výrazné změně výsledné savosti textilie.
- Stupněm opotřebení textilie, protože z povrchu textilie se již značně uvolňují vlákna z jednotlivých přízí. Textilie tak získávají vyšší schopnost přijímat kapalinu, než je tomu u textilií s hladkým povrchem.

Na výsledné hodnoty tedy musí být pohlíženo i s přihlédnutím k těmto možným ovlivňujícím faktorům. V konečném zhodnocení bylo včetně použitých prostředků zohledněno zejména opotřebení textilie, zvolená vazba a úpravy, které byly na textilií aplikovány. Právě úpravy, kterými byla textilie opatřena, hrály v jednom z případů hlavní roli a výsledné hodnoty savosti jimi byly poměrně zásadně ovlivněny.

3.4.2 Vyhodnocení napínacích prostěradel:

Napínací prostěradla patří do kategorie textilií, které by měly vykazovat určitou míru savosti, aby byl zachován dostatečný komfort uživatele, pokud dochází k jeho pocení v průběhu užívání výrobku. Je tedy nutné zajistit dobrý odvod vlhkosti od pokožky uživatele.



Obrázek 20: Graf výsledných hodnot savosti napínacích prostředadel ve směru sloupců.

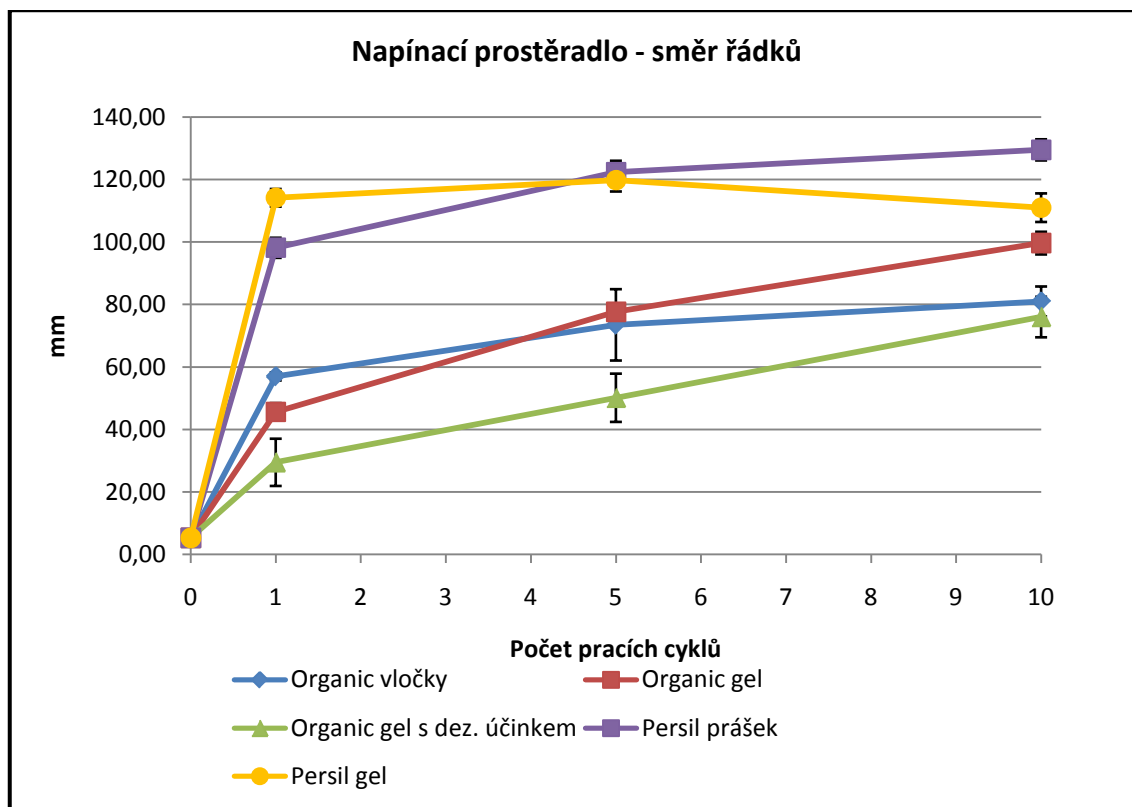
Tabulka 6: Srovnání pracích prostředků mezi sebou po jednotlivých pracích cyklech ve směru sloupců textilie.

Statistická veličina	Po 1. pracím cyklu	Po 5. pracím cyklu	Po 10. pracím cyklu
Střední hodnota	75,20	95,16	112,89
Konfidence (pro 95 % IS)	34,70	33,27	23,46

Z grafu (viz Obr. 20) je patrné, že prostředky Persil okamžitě po prvním pracím cyklu prokazují svoji vysokou schopnost zvyšovat savost textilie, když se jejich výsledné hodnoty pohybovaly kolem 120 mm. Po následujících měřeních se zvyšuje savost již pouze u prostředku ve formě prášku, jež dále lineárně narůstá až k hodnotě 150 mm. U prostředku ve formě gelu zůstávají výsledné hodnoty již takřka konstantními.

Ze zjištěných hodnot prostředků Organic je možné také vyčíst nárůst, ač s mnohem mírnější tendencí vzestupu. Po 10. Pracím cyklu se hodnoty savosti

prostředků pohybují okolo hodnoty 100 mm, proto lze výsledný efekt prostředků hodnotit jako velmi dobrý. Pouze u prostředku ve formě gelu s dezinfekčním účinkem se projevila jeho celková menší prací schopnost a výsledné hodnoty se pohybují v nižších hladinách.



Obrázek 21: Graf výsledných hodnot savosti napínacích prostěradel ve směru sloupců.

Tabulka 7: Srovnání pracích prostředků mezi sebou po jednotlivých pracích cyklech ve směru řádků textilie.

Statistická veličina	Po 1. pracím cyklu	Po 5. pracím cyklu	Po 10. pracím cyklu
Střední hodnota	68,90	88,70	99,43
Konfidence (pro 95 % IS)	28,10	24,60	17,21

Téměř analogicky lze hovořit i o výsledných hodnotách naměřených ve směru řádků, znázorněných na grafu (viz Obr. 21). Prostředky Persil opět vykazují svou

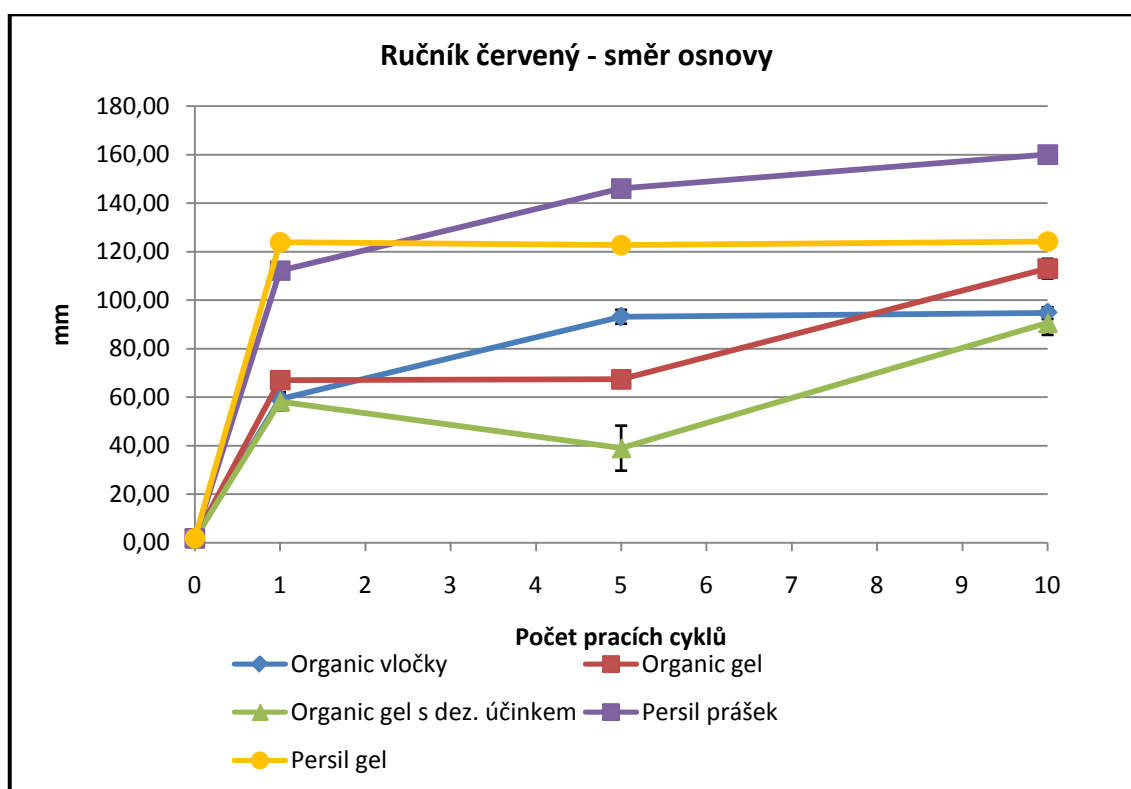
schopnost značně zvyšovat savost textilie okamžitě po prvním pracím cyklu. U prostředků Organic se opětovně projevila jejich mírnější nárůst savosti. Vliv směru pleteniny na výslednou savost textilie je tedy malý.

Ačkoliv prostředky Organic nedosahují u napínacích prostěradel obdobných výsledných hodnot savosti, jako prostředky Persil, lze hovořit o dostačujícím efektu těchto prostředků.

3.4.3 Vyhodnocení ručníků:

Zdaleka největší význam má savost právě pro ručníky, jejichž funkce je dána právě schopností dobře pohlcovat kapalinu. Proto je nezbytné, aby prostředky, ve kterých byly textilie vyprány dostatečně snižovaly její povrchové napětí a dovolili tak jejímu povrchu snadno přijímat vodu. Byly zkoušeny jak ručníky pouze bělené, tak i barvené, protože tato barevná úprava textilie může vést k naměření odlišných výsledných hodnot.

Vyhodnocení červených ručníků:



Obrázek 22: Graf výsledných hodnot savosti červených ručníků ve směru osnovy.

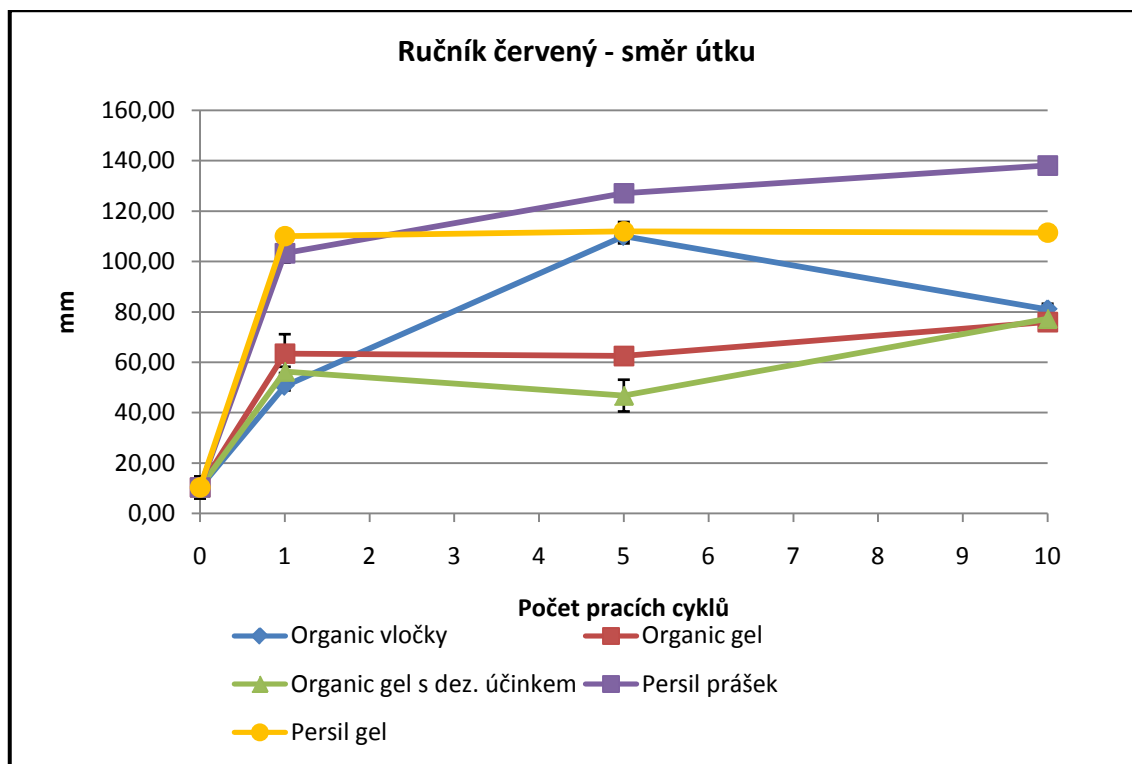
Tabulka 8: Srovnání pracích prostředků mezi sebou po jednotlivých pracích cyklech ve směru osnovy textilie.

Statistická veličina	Po 1. pracím cyklu	Po 5. pracím cyklu	Po 10. pracím cyklu
Střední hodnota	84,06	93,63	116,50
Konfidence (pro 95 % IS)	24,65	33,40	21,85

Z výsledných hodnot grafu (viz Obr. 22) je zřejmé, že prostředky Persil již po prvním cyklu, zásadně zvyšují výslednou savost textilie, když se její hodnoty blíží 120 mm. Následné zvyšování savosti se již týká jen prostředku ve formě prášku, jenž svoji výslednou hodnotu lineárně zvyšuje až k číslu 160 mm po 10. pracím cyklu. Gelová forma prostředku již dále nestupňuje svoji savost a zůstává konstantní.

Prostředky Organic takto zásadně vlastnosti těchto textilií neovlivňují. Po prvním cyklu se výsledné savosti všech jeho forem blíží hodnotě 60 mm, což je oproti

prostředků Persil takřka poloviční hodnota. Pokud se však zaměříme na hodnoty po 10. pracím cyklu, jež jsou nejměrodatnějšími ukazateli, zjistíme, že se pohybují okolo hodnoty 100 ± 10 mm. Tyto hodnoty jsou již srovnatelnými s prostředky Persil a vypovídají o dobré schopnosti prostředků zvyšovat savost textilie.



Obrázek 23: Graf výsledných hodnot savosti červených ručníků ve směru útku.

Tabulka 9: Srovnání pracích prostředků mezi sebou po jednotlivých pracích cyklech ve směru útku textilie.

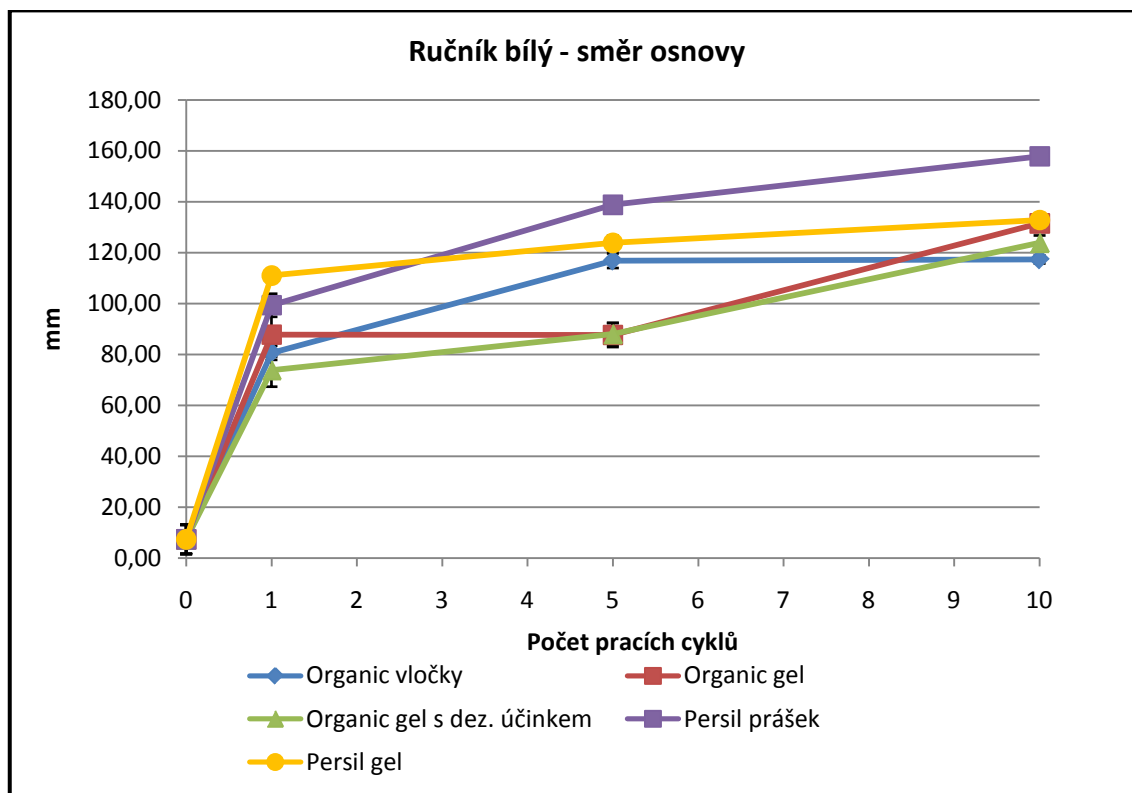
Statistická veličina	Po 1. pracím cyklu	Po 5. pracím cyklu	Po 10. pracím cyklu
Střední hodnota	76,80	91,73	96,80
Konfidence (pro 95 % IS)	21,81	27,37	21,43

Graf znázorňující směr útku (viz Obr. 23) jen jasně deklaruje, že byla zachována takřka totožná schopnost prostředků Persil a výsledné hodnoty zůstávají prakticky konstantními. Rovněž naměřené hodnoty prostředků Organic kopírují hodnoty grafu

předešlého. Po 10. pracím cyklu se výsledné hodnoty blíží 80 mm, což je oproti měřením ve směru osnovy mírný pokles savosti. Oproti předešlé hodnotě (po 5. Pracím cyklu) nastal u prostředku ve formě vloček zajímavý pokles. Předešlé naměřené hodnoty, byly totiž téměř o 30 mm vyšší, než po 10. pracím cyklu. Tento stav znázorňuje, že po 10. cyklu již dochází u všech forem prostředku k jakémusi ustálení savosti ke konstantní hodnotě.

Bylo tedy zjištěno, že prostředky Organic zvyšují savost barvených ručníků v obou směrech textilie, téměř totožně u všech jeho forem. Podle výše výsledných hodnot může být také konstatováno, že schopnost prostředků Organic zvyšovat savost, je dostatečná a textilií tak plní adekvátně svoji funkci. Výsledné hodnoty prostředků Persil dosahují takřka dvojnásobné velikosti. Ve srovnání s prostředky Organic může tato skutečnost vést k domněnce, že Organic není tak účinný, jak deklaruje výrobce. Pro běžného uživatele je však tento rozdíl zcela bezvýznamným a nepostřehnutelným.

Vyhodnocení bílých ručníků:

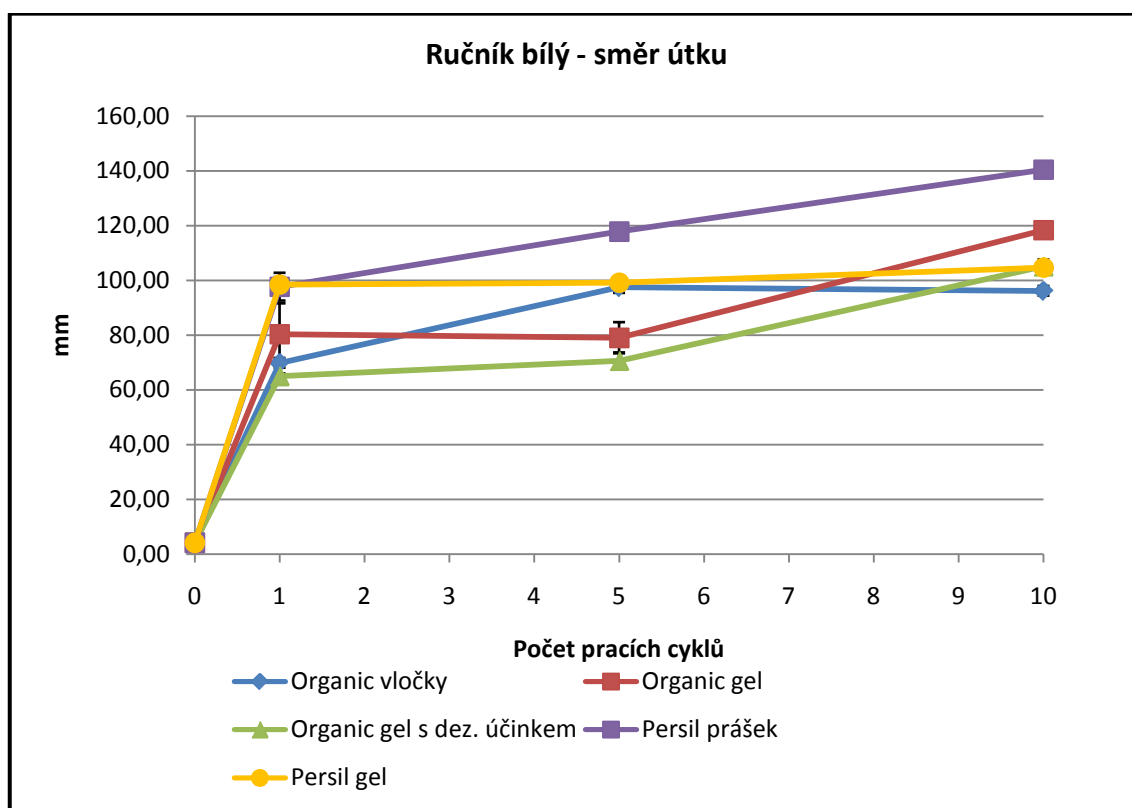


Obrázek 24: Graf výsledných hodnot savosti bílých ručníků ve směru osnovy.

Tabulka 10: Srovnání pracích prostředků mezi sebou po jednotlivých pracích cyklech ve směru osnovy textilie.

Statistická veličina	Po 1. pracím cyklu	Po 5. pracím cyklu	Po 10. pracím cyklu
Střední hodnota	90,53	111,03	132,66
Konfidence (pro 95 % IS)	11,63	17,73	12,07

Na grafu (viz Obr. 24) je možné sledovat poměrně lineárně narůstající hodnoty savosti od 1. pracího cyklu a lze tedy říci, že savost textilie je přímo úměrná počtu pracích cyklů. Výsledky prostředků Organic jsou naprosto srovnatelné s prostředky Persil již po prvním pracím cyklu. Tuto skutečnost lze potvrdit i po cyklu 10., kdy pouze u prostředku Persil ve formě prášku došlo k výraznějšímu nárůstu. Nicméně je možné říci, že prostředky Organic jsou u bělených ručníků zcela konkurenceschopné běžným syntetickým detergentům a nevykazují nikterak nižší schopnost zvyšovat savost textilie.



Obrázek 25: Graf výsledných hodnot savosti bílých ručníků ve směru osnovy.

Tabulka 11: Srovnání pracích prostředků mezi sebou po jednotlivých pracích cyklech ve směru útku textilie.

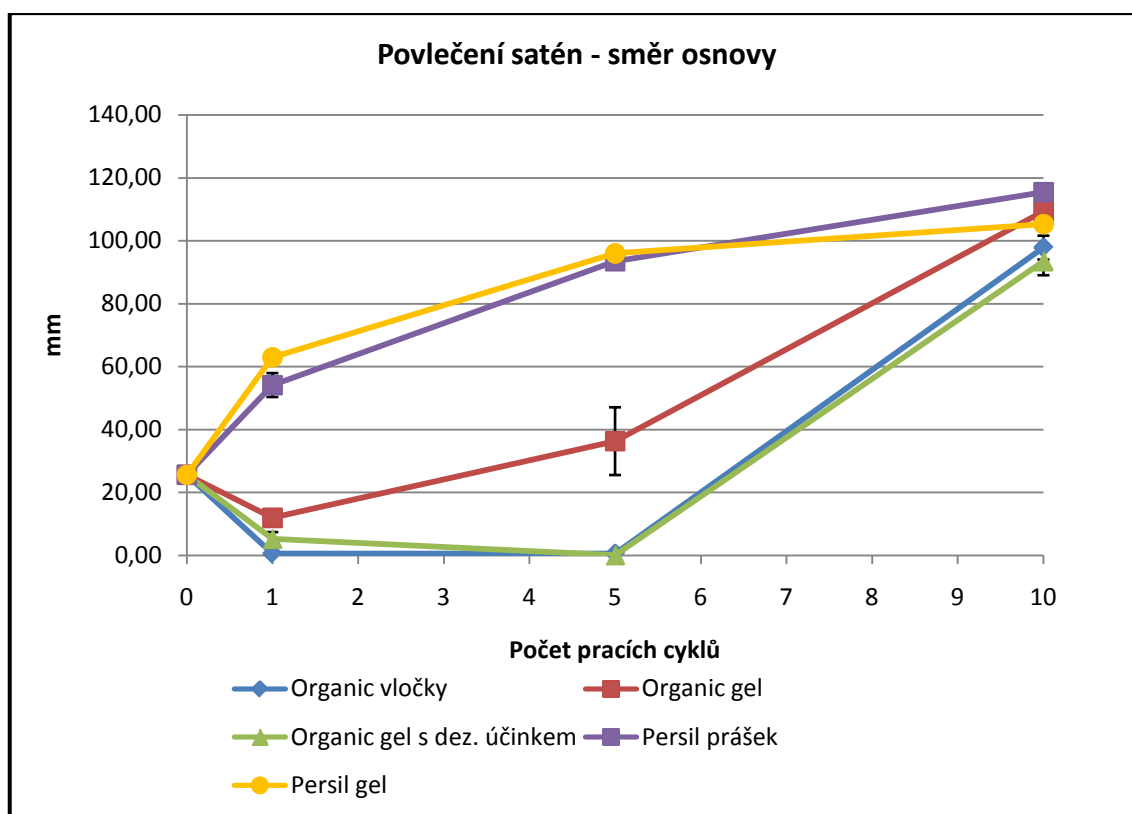
Statistická veličina	Po 1. pracím cyklu	Po 5. pracím cyklu	Po 10. pracím cyklu
Střední hodnota	82,26	92,83	112,96
Konfidence (pro 95 % IS)	12,13	14,51	13,57

Graf (viz Obr. 25) znázorňující výsledné hodnoty savosti ve směru útku, tuto skutečnost jen potvrzuje a jasně tak poukazuje na vysokou účinnost jednoduché složky prostředků Organic, která je v tomto případě zcela srovnatelná se syntetickými prostředky Persil.

Prostředky Organic tedy projevují svoji schopnost zvyšovat savost ručníků více jak u ostatních textilií, přičemž u pouze bělených ručníků se tato schopnost projevuje s vyšším potenciálem. Organic je v tomto případě plně konkurenceschopný prostředkům Persil. Tato skutečnost může být pro jejich výrobce velmi pozitivní zprávou, protože ručníky jsou textiliemi, kde je vysoká savost nejdůležitějším parametrem.

3.4.4 Vyhodnocení saténového povlečení:

U ložních textilií tohoto typu je důležité, aby vykazovaly dobrou schopnost odvádět vlhkost od pokožky uživatele, pokud dojde k jeho pocení. Tato schopnost textilie souvisí především s komfortem, který je nutné zachovat nebo udržet na dostatečné úrovni. Pokud textilie neodvádí pot s dostatečnou účinností, dochází k nepříjemnému pocitu u uživatele. Může rovněž dojít k vzniku nepříjemných kožních vyrážek a ekzémů. Produkce potu totiž podporuje rozvoj bakterií na povrchu těla, jež následně mohou vést právě ke vzniku popsaných onemocnění.



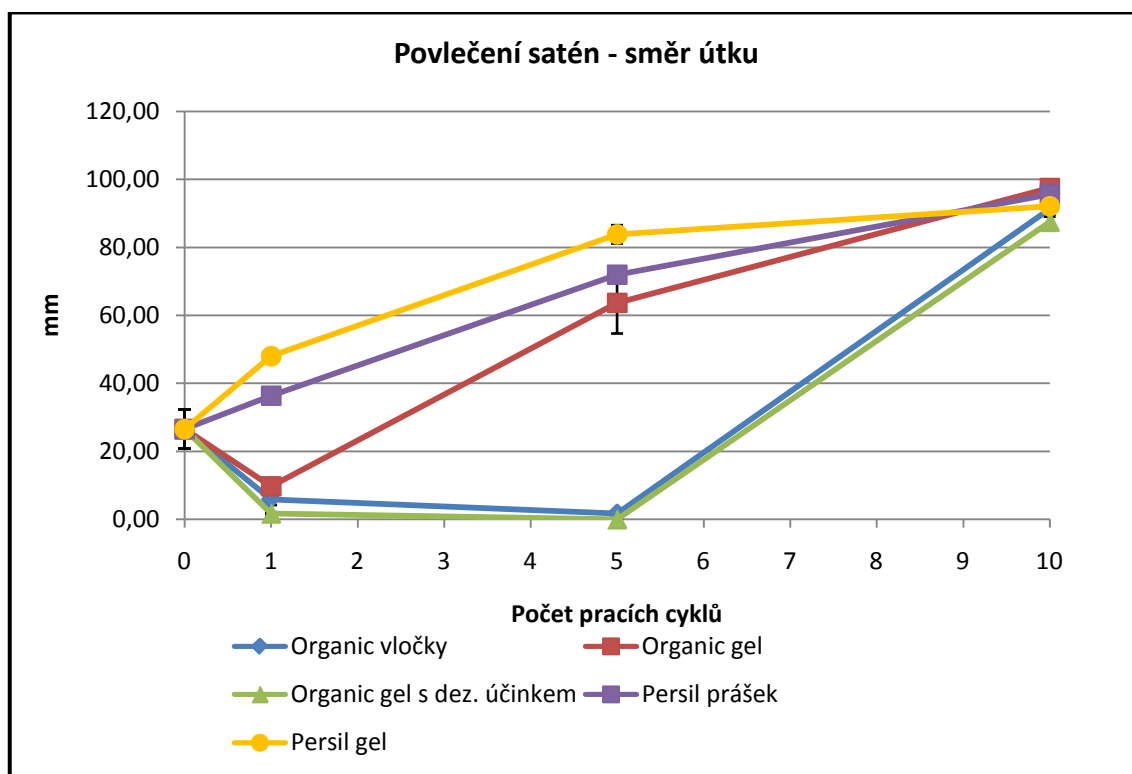
Obrázek 26: Graf výsledných hodnot savosti saténového povlečení ve směru osnovy.

Tabulka 12: Srovnání pracích prostředků mezi sebou po jednotlivých pracích cyklech ve směru osnovy textilie.

Statistická veličina	Po 1. pracím cyklu	Po 5. pracím cyklu	Po 10. pracím cyklu
Střední hodnota	27,03	45,33	104,30
Konfidence (pro 95 % IS)	22,93	37,20	6,91

Z obou grafů (viz Obr. 26 a Obr. 27) je patrné, že výsledné hodnoty savosti obou prostředků Persil od 1. pracího cyklu zcela lineárně narůstají spolu s počtem absolvovaných pracích cyklů. Lze tedy říci, že prostředky Persil výrazně zvyšují savost tohoto materiálu již po 1. pracím cyklu, což ovšem nemůže být řečeno o prostředcích Organic. Zde dochází již po prvním pracím cyklu k téměř absolutnímu zastavení savosti textilie a výsledné hodnoty se blíží 0. Tento stav přetrvává i po 5. pracím cyklu, s výjimkou prostředku ve formě gelu, jehož hodnoty se začaly postupně zvyšovat. Tento stav bude dále rozveden spolu s možnými závěry o příčině jeho vzniku.

Po 10. pracím cyklu již prostředky Organic dosahují takřka totožných hodnot jako prostředky Persil. Celkový nárůst výsledných hodnot savosti po 10. pracím cyklu je tedy cca 80 mm resp. 70 mm. V tomto bodě se již však z povrchu textilie značně uvolňují vlákna, což může být hlavním důvodem takto analogických výsledných hodnot.



Obrázek 27: Graf výsledných hodnot savosti saténového povlečení ve směru útku.

Tabulka 13: Srovnání pracích prostředků mezi sebou po jednotlivých pracích cyklech ve směru útku textilie.

Statistická veličina	Po 1. pracím cyklu	Po 5. pracím cyklu	Po 10. pracím cyklu
Střední hodnota	20,30	44,23	92,83
Konfidence (pro 95 % IS)	16,14	31,57	3,06

Bylo tedy prokázáno, že prací prostředky Persil zvyšují savost této saténové textilie opatřené nežehlivou úpravou již po 1. pracím cyklu. Výsledné hodnoty poté dále

narůstají spolu s počtem pracích cyklů a lze tedy říci, že zvyšování savosti je přímo úměrné počtu pracích cyklů. Takto je zajištěn dostatečný odvod potu od pokožky, v případě, že dochází k perspiraci uživatele, při současném zachování adekvátního komfortu. Bylo dosaženo prakticky totožných hodnot v obou měřených směrech, což však může být dáno zejména touto hustě dostavenou textilií.

Naměřené hodnoty však také značí, že po 10. pracím cyklu již dochází k značnému mechanickému opotřebení textilie praním, což vede k uvolňování vláken z jejího povrchu a projevení se žmolkovitosti. Zde již má na výslednou savost textilie tedy vliv zejména povrch textilie, jenž má díky uvolněným vláknům vysokou schopnost přijímat kapalinu. Se zvyšujícím se stupněm uvolněných vláken rovněž roste hřejivost textilie, která není u saténových materiálů až tak žádaným parametrem.

Zastavení savosti textilií vypraných v prostředcích Organic:

V případě výsledných hodnot savosti lze však hovořit i o objevení se velmi zajímavé anomálie, která se projevila u zkušebních vzorků vypraných v prostředcích Organic. Jev se projevil v obou směrech textilie takřka totožnými hodnotami, a proto ho nelze zpochybnit. Na toto zjištění bude zaměřen pohled v širším měřítku, protože tento stav je velmi paradoxní a poměrně závažný zejména pro výrobce prostředků Organic. Tento negativní jev by totiž mohl zapříčinit úbytek jeho spotřebitelů.

U zmíněných zkušebních vzorků došlo k takřka absolutní ztrátě savosti již po 1. cyklu praní. Po 5. cyklu praní byla tato schopnost téměř totožná, či dokonce ještě nižší, přičemž po 10. cyklu již docházelo k opětovnému zvýšení savosti textilie. Tato skutečnost lze vysvětlit několika způsoby. Aby však byly následné závěry a názory na tento problém srozumitelné, je nutné nejdříve definovat, *jak je tento saténový materiál upraven:*

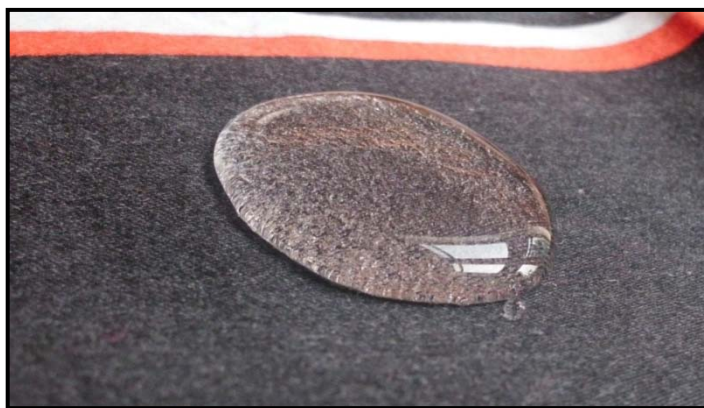
- Saténová textilie jsou mercerovány, aby bylo dosaženo příjemnějšího omaku, zvýšení lesku a vyšší afinity vůči barvivům.
- Této schopnosti je využito při následném potiskování textilie reaktivními barvivy. Před touto povrchovou úpravou vykazuje materiál přesně stanovenou savost v hodnotách 6-7 mm.

- Tato savost je ovšem výrazně snížena následnou aplikací nežehlivé úpravy (pryskyřice), pomocí vlhkého zesítní.
- Aby bylo dosaženo přijatelného výsledného omaku textilie, je materiál opatřen silikonovou měkčící úpravou, která dodává materiálu i hydrofobní charakter.

V tomto bodě, kdy je zřetelné, jak je tento saténový materiál upraven, již mohou být rozvedeny závěry a úvahy o vzniklém problému. Příčinou vzniku této anomálie může být:

a) Reakce glycerinu se složkou nežehlivé nebo měkčící úpravy:

Ke snížení výsledných hodnot savosti textilie s vysokou pravděpodobností dochází díky reakci glycerinu s jednou či více složkami nežehlivé nebo měkčící úpravy. Tento jev se totiž neprojevil u textilií, které tyto úpravy postrádají a tak lze téměř s jistotou přijmout tuto hypotézu. Reakce mezi těmito složkami zvyšuje povrchové napětí textilie a snižuje tak její výslednou savost. Povrch textilie se chová značně hydrofobně, čehož je důkazem i jednoduchý pokus (viz Obr. 28), při kterém bylo na volně položenou textilií rozlita voda v množství 5 ml. Kapalina se na povrchu textilie chovala jako homogenní látka, přičemž k jejímu pohlčení textilií, byť jen částečnému, docházelo až po značném čase, v řádech několika minut.



Obrázek 28: *Textilie vypraná v prostředku Organic ve formě vloček (po 1.pracím cyklu), na kterou byla rozlita voda, se chová silně hydrofobně.*

Tato skutečnost může být podložena i nestejnými výsledky u jednotlivých forem prostředků Organic, které ve svém koncentrátu obsahují rozdílný objem glycerinu. Glycerin je přirozenou složkou pracích prostředků na bázi mýdla a tudíž i prostředků Organic. Prostředky ve formě vloček obsahují ve svém koncentrátu 80 % mýdla, ze kterých tvoří 15 % právě glycerin. Oproti tomu prostředky ve formě gelu obsahují ve svém koncentrátu jen 30 % mýdla, ze kterých je pouze 4,5 % glycerinu. Na výsledné hodnoty savosti textilie může mít tato skutečnost následující vliv:

- U prostředků ve formě vloček, je patrné téměř absolutní zastavení savosti po 1. a 5. pracím cyklu. Také gelová forma prostředku s obsahem dezinfekční složky má zřejmě negativní účinek na výsledné hodnoty savosti textilie. Zde má s nejvyšší pravděpodobností vliv na snížení savosti právě tato antiseptická látka, jež i v celkovém měřítku snižuje práci schopnost prostředku.
- Obdobného výsledku však již nebylo dosaženo u prostředku ve formě gelu, který obsahuje několikanásobně menší množství glycerinu. Výsledné hodnoty savosti zaznamenaly po 1. pracím cyklu mírný pokles, avšak po 5. cyklu již byl zaznamenán nárůst tohoto parametru.

Glycerin tedy bude s nevyšší pravděpodobností hlavním viníkem tohoto stavu. Následné zvýšení savosti textilie po 10. pracím cyklu si lze vysvětlit mechanickým opotřebením textilie. V této fázi již dochází k uvolňování vláken z přízí textilie, což je prokázáno tvorbou žmolků na jejím povrchu, za současného odepírání silikonové měkkčící úpravy. Tímto faktorem je zřejmě poté až několikanásobně zvýšena výsledná savost textilie, které bylo ve výsledných hodnotách dosaženo a je srovnatelná s prostředky Persil.

Užitečné by bylo rovněž zjistit, po kterém cyklu praní dochází k opětovnému zvyšování savosti textilie. Díky tomuto by bylo možno určit, zda se jedná o lineární nárůst savosti textilie, nebo dochází-li ke skokovému nárůstu po určitém cyklu praní. Je totiž prokázáno, že k úplnému odeprání silikonových měkkčících úprav z textilie dochází v 7. až 10. pracím cyklu. Tudíž by bylo možné určit, zda je zvýšení savosti opravdu závislé pouze na odeprání silikonové měkkčící úpravy a uvolnění vláken z povrchu textilie, či zde hraje roli jiný dosud neznámý faktor.

b) Jiný důvod:

Protože bez provedení laboratorních měření a chemických rozborů není možné 100 % potvrdit předešlou domněnku, i když se opírá o podložené skutečnosti, je možné, že tato anomálie má zcela odlišný základ. Proto je nutné celou věc podrobit dalšímu zkoumání, které by jasně určilo pravou příčinu a bylo by pak možné přijmout určitá opatření.

Protože je nutné u těchto textilií zajistit dostatečné odvádění potu od pokožky při perspiraci uživatele a udržení dostatečného komfortu, je nezbytné zjistit pravou příčinu tohoto stavu. V případě, kdy by bylo potvrzeno, že vzniklý problém má základ právě v reakci mezi glycerinem a jednou z aplikovaných úprav, jednalo by se o závažný problém. Musela by být nalezena vhodnější receptura, jež by při styku s glycerinem nereagovala obdobným způsobem, protože glycerin z prostředků Organic odstranit nelze. Tato alternativa se však velmi nepravděpodobnou, protože výrobci produkující výrobky s totožnou úpravou je značné množství. Tato změna složení by navíc nebyla pro výrobce ekonomická.

Rovněž není zaručeno, že by změna receptury nevedla naopak ke zhoršení vlastností textilií při údržbě v běžných syntetických detergentech. Argumentem zde může být objem spotřeby syntetických prostředků, který je oproti prostředkům Organic nesrovnatelně vyšší. Proto by zřejmě výrobce textilie neměl pro tuto změnu receptury ani dostatečnou motivaci.

3.4.5 Shrnutí:

Provedené zkoušky savosti u několika druhů textilií tedy pomohly utvořit závěr, že prostředky Organic jsou srovnatelné s běžnými detergenty. Prokazatelně zvyšují savost froté ručníků a napínacích prostěradel, přičemž prostředky Persil tuto schopnost zvyšují v některých případech až dvojnásobně. Textilie vyprané v prostředcích Persil rovněž mnohem rychleji zvyšující svoji savost. Tato skutečnost poukazuje na stejnoměrnější a intenzivnější působení prostředku, kterého je však dosaženo jeho syntetickou složkou. Přesto jsou výsledné hodnoty savosti prostředků Organic dostatečné a z pohledu běžného spotřebitele není možné zaznamenat nějaké rozdíly.

Pouze v případě saténového ložního povlečení s nežehlivou úpravou nastává určitý problém, jehož následky by mohly být zřetelné i pro laika.

Vzniklá anomálie v podobě absolutního zastavení savosti textilie po vyprání v prostředcích Organic, ke kterému došlo po 1. a 5. pracím cyklu, by měla být podrobena dalšímu zkoumání. Je totiž v nejvyšším zájmu společnosti Tanex dodávat spotřebiteli produkt, který nevykazuje obdobné negativní vlastnosti. Textilie, u kterých se projevil tento jev, se stávají značně hydrofobními a ztrácejí tedy schopnost odvádět pot od pokožky uživatele, pokud dochází k jeho perspiraci. Je tedy nutné zjistit pravou podstatu tohoto stavu, protože pokud by tato skutečnost nebyla vyřešena, mohlo by dojít k úbytku spotřebitelů prostředků Organic. Určitý základ již byl položen touto prací a je tedy možné, že vzniklý problém bude rychle identifikován. Glycerin, v reakci s některou složkou nežehlivé nebo měkčící úpravy, se totiž jeví jako vysoce pravděpodobný původce tohoto stavu. Je však možné, že bez přispění výrobce textilií nebude možné tuto skutečnost zvládnout, tato alternativa je však velice nepravděpodobnou.

Nicméně pokud přehlédneme tuto skutečnost, lze říci, že prostředky Organic rozhodně nepostrádají schopnost zvyšovat savost textilií. Nelze však deklarovat, že dosahují lepších výsledků, než běžné syntetické detergenty. Firma Tanex by se tím mohla dostat na velmi tenký led.

3.5 Zkoušky stálobarevnosti

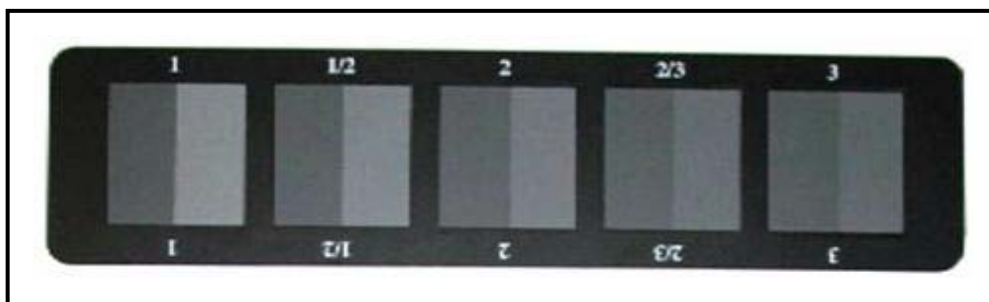
Schopnost udržet si dobrou stálobarevnost velmi často patří mezi ukazatele kvality textilie. V průběhu užívání a zejména údržby textilií dochází k odepírání resp. odírání barviva a změně jejího odstínu. Stálobarevnost lze posuzovat dle několika faktorů, které působí na textilií: stálobarevnost na světle, v potu, vůči působení potu a slin, v otěru (mokrý, suchý, organickými rozpouštědly), v chemickém čištění, aj. Nejběžnější zkouškou stálobarevnosti je však posuzování stálobarevnost v praní – domácím i komerčním [38].

3.5.1 Postup zkoušky:

Právě posuzování stálobarevnosti v domácím praní se stalo podstatou této zkoušky, která měla za úkol zjistit, zda se prostředky Organic a Persil liší v intenzitě odepírání barviva textilie. Výrobce prostředků Organic deklaruje vyšší šetrnost svých prostředků, což by mělo vést právě k pomalejší intenzitě odepírání barviva textilie a pravděpodobně i k pomalejšímu snižování hmotnosti a objemu textilie, tzv. odepírání vláken.

Stálobarevnosti textilie byla posuzována podle normy ČSN EN ISO 105-C06 (80 0123), jejímž hodnotícím členem je šedá stupnice (viz Obr. 29). Tato stupnice je etalonem a stanovuje barevnou odchylku v odstínu textilie. Má pět stupňů, včetně půlstupňů, přičemž nejlepším výsledkem je stupeň 5 a nejhorším stupeň 1 [38].

Hodnocení probíhalo u tří druhů textilií: napínacího prostěradla skořicové barvy, červených ručníků a saténového povlečení opatřeného reaktivním tiskem a nežehlivou úpravou. Zkušební vzorky byly nejdříve hodnoceny bez vyprání a pak po 1., 3., 5. a 10. pracím cyklu. Klasifikace vzorků probíhala za denního světla a stejných světelných podmínek během jednoho dne, aby bylo zajištěno co nejobjektivnější hodnocení.



Obrázek 29: Šedá stupnice pro posuzování stálobarevnosti textilie [38].

Postup měření:

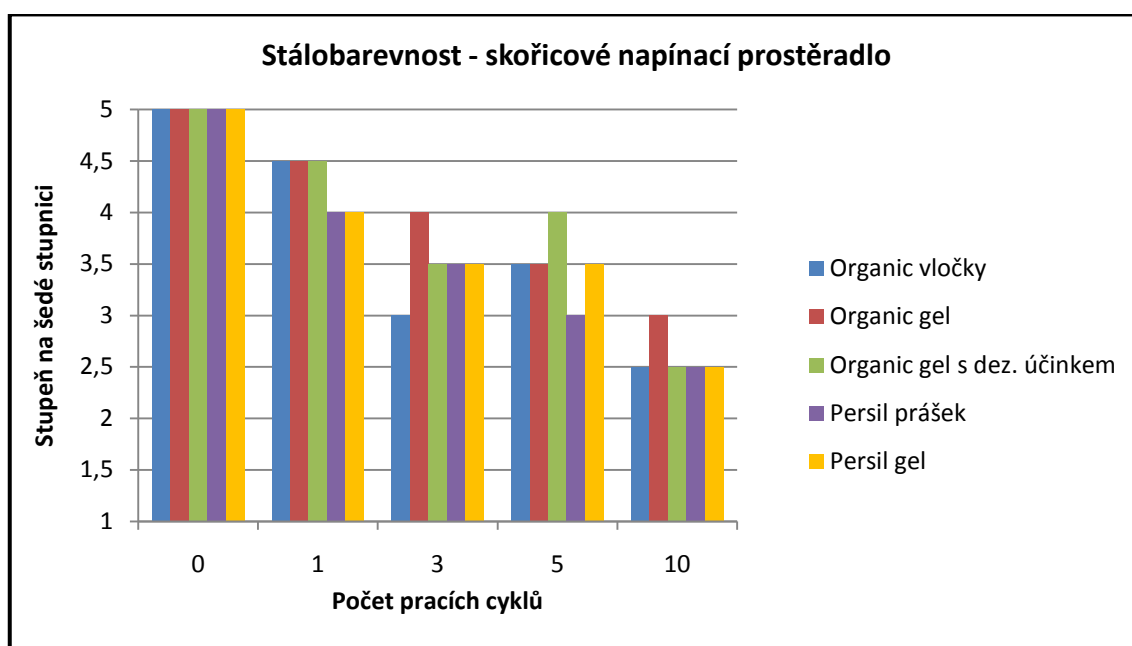
- 1) Byly připraveny zkušební vzorky textilií a seřazeny podle jednotlivých pracích prostředků a pracích cyklů, aby byla viditelná změna mezi jejich odstíny. Každý prací cyklus reprezentoval vždy jeden zkušební vzorek.
- 2) Následně již byla posuzována samotná stálobarevnost. Pomocným hodnotícím členem byla šedá stupnice o pěti stupních. Aby bylo hodnocení co možná

nejvíce objektivní (přestože se nejedná o objektivní metodu), probíhalo za přítomnosti dvou respondentů, kteří museli dojít ke shodě ve stupni odstínu textilie a to v přijatelném čase.

3.5.2 Vyhodnocení napínacích prostěradel:

Změna barevného odstínu prostěradel může podléhat, jak jejich údržbě při praní, tak i působení potu pokud dochází k perspiraci uživatele, jež svojí vahou spočívá na prostěradle. Při této situaci dochází k tvorbě skvrn, které mají odlišný barevný odstín, než zbývající plocha textilie. Touto skutečností se však zabývá jiná norma (stálobarevnost v potu). V tomto případě dochází pouze k vyhodnocení stálobarevnosti textilie po její údržbě praním.

Zkušební vzorky textilie, u nichž byla zjišťována změna barevného odstínu, byly jednobarevné v celé své ploše. Zvolenou barvou textilie byla skořicová barva (tmavě oranžová).



Obrázek 30: Graf výsledných hodnot stálobarevnosti napínacích prostěradel skořicové barvy.

Tabulka 14: Statistické vyhodnocení stálobarevnosti veškerých pracích prostředků u napínacích prostěradel skořicové barvy.

Statistická veličina	Bez vyprání	Po 1. cyklu	Po 3. cyklu	Po 5. cyklu	Po 10. cyklu
Průměrný stupeň šedé stupnice	5	4,3	3,5	3,5	2,6
Směrodatná odchylka	0,000	0,245	0,316	0,316	0,200
Konfidence (pro 95 % IS)	0,000	0,215	0,277	0,277	0,175

Z grafu (viz Obr. 30) je patrné, že stálobarevnost zkušebních vzorků se změnila již po prvním pracím cyklu, kdy bylo u všech prostředků Organic dosaženo stupně 4,5, tedy hodnoty o půl stupně lepší, než u prostředků Persil. Následně se již hodnoty téměř totožně snižovaly u všech prostředků. Zlepšení stálobarevnosti po vyšším počtu pracích cyklů, ke kterému došlo mezi 3. a 5. cyklem, si lze vysvětlit různě intenzivním působením prostředků Organic, nebo nestejnou odstinu textilie v její ploše. Tento rozdíl může být rovněž zapříčiněn subjektivním hodnocením, u kterého lze tolerovat odchylku $\pm 0,5$ stupně šedé stupnice.

Po 10. pracím cyklu se již hodnoty stálobarevnosti ustalují na stupni 2,5, pouze s výjimkou prostředku Organic ve formě gelu, který dosáhl lepšího stupně 3. I přesto lze říci, že intenzita, se kterou je odepíráno barvivo textilie, je téměř totožná u obou druhů prostředků a všech jejich forem. V tomto případě tedy nelze hovořit o vyšší šetrnosti jednoho či druhého pracího prostředku na výsledný odstín této textilie. Hodnoty se blíží stupni 3 a 2,5, což vypovídá o značné změně odstinu textilie.

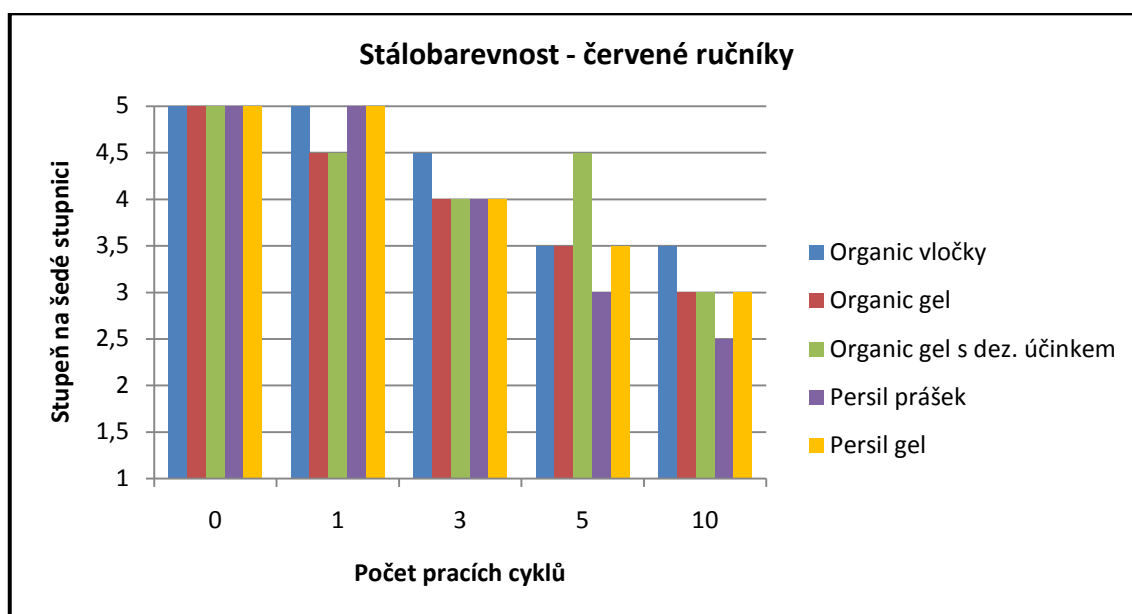
3.5.3 Vyhodnocení ručníků:

Tento druh textilií při svém používání vyžaduje poměrně častou údržbu, zejména z hygienického důvodu. Právě z tohoto důvodu musí být dodržena i určitá teplota prací lázně, která spolehlivě hubí cizorodé organismy (zejména u výrobků používaných v restauračních a hotelových zařízeních), což však má i značný vliv na stálobarevnost textilie. Je totiž prokázáno, že ručníky při praní při teplotě 90 °C mnohem rychleji ztrácejí svůj barevný odstín. Pro běžné uživatele je však dostačující teplota 40 °C nebo

60 °C, která je již k výrobkům šetrnější. Právě teplota 60 °C byla použita i v případě této zkoušky.

Ručníky patří i do kategorie textilií, které při svém využívání podléhají poměrně značnému otěru, když dochází k tření mezi plochou ručníku a pokožkou uživatele. Tímto problémem stálobarevnosti se však již zabývá jiná norma, jež určuje stálobarevnost textilie v otěru.

Zkoušené výrobky byly vybarveny jedním barevným odstínem v celé jeho ploše. Zvoleným barevným odstínem, u kterého byla zjišťována změna stálobarevnosti, byla tmavě červená barva (vínová).



Obrázek 31: Graf výsledných hodnot stálobarevnosti červených ručníků.

Tabulka 15: Statistické vyhodnocení stálobarevnosti veškerých pracích prostředků u červených ručníků.

Statistická veličina	Bez vyprání	Po 1. cyklu	Po 3. cyklu	Po 5. cyklu	Po 10. cyklu
Průměrný stupeň šedé stupnice	5	4,8	4,1	3,6	3
Směrodatná odchylka	0,000	0,245	0,200	0,490	0,316
Konfidence (pro 95 % IS)	0,000	0,215	0,175	0,429	0,277

Výsledné hodnoty stálobarevnosti jsou po prvním cyklu praní téměř totožné a dosahují stupně 5, což je patrné ze znázorněného grafu (viz Obr. 31). Výjimkou jsou však obě gelové formy prostředku Organic, které dosáhly o půl stupně horšího výsledku. Po 3. cyklu se již hodnoty ustalují na stupni 4, pouze prostředek Organic ve formě vloček vykazuje stálobarevnost o půl stupně lepší. V následujícím případě dochází k dalšímu změně odstínu směrem k hodnotě 3,5, přičemž u prostředku Organic s dezinfekční přísadou došlo naopak k nárůstu na lepší stupeň 4,5, oproti předchozímu stavu.

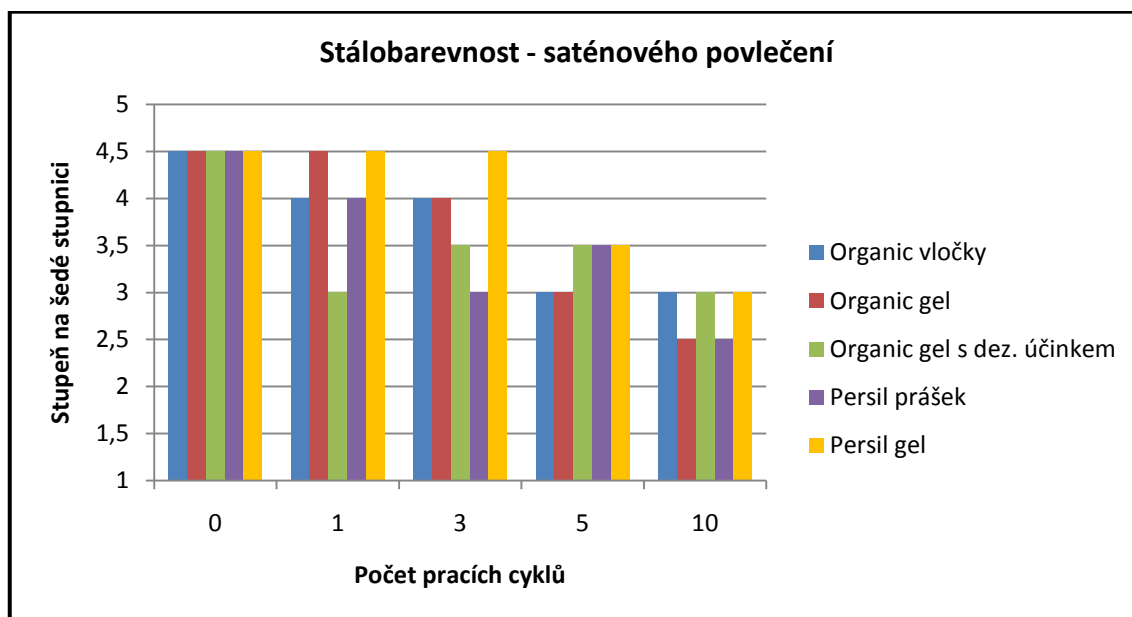
Ve finálním pohledu na stálobarevnost po 10. cyklu může být konstatováno, že se od sebe dosažené hodnoty zásadně neliší. Avšak bylo dosaženo o celý stupeň lepší stálobarevnosti u sytké formy prostředku Organic oproti stejné formě prostředku Persil. To může vést k závěru, že prostředek Organic ve formě vloček je k vybarvení ručníků šetrnější, než prostředky Persil a ke snižování stupně stálobarevnosti tak dochází pomaleji.

3.5.4 Vyhodnocení saténového povlečení:

Povrch tohoto druhu textilií je opatřen opakujícím se vzorem, který byl vytvořen tiskem, konkrétně reaktivními barvivy. Reaktivní barviva se vyznačují vysokou brilancí vybarvení jednotlivých barevných odstínů, dobrou egalizační schopností a jasností barev. Stálost těchto barviv na světle je hodnocena jako dobrá. Barviva rovněž vykazují výbornou stálost za mokra, která je dána schopností barviva tvořit spolu s vláknem kovalentní vazbu [39].

Pokud je pohled zaměřen na stálobarevnost při údržbě těchto textilií, tak lze říci, že stálost vybarvení v pracím procesu je závislá na počtu pracích cyklů, které textilie absolvovala a na teplotě prací lázně. Řada výrobců uvádí, že textilie opatřené reaktivními barvivy mohou být prány až do 60 °C, přičemž uživatel by měl teplotu prací lázně volit podle stupně zašpinění textilie. V tomto případě je totiž stálobarevnost textilie velmi důležitým parametrem, protože výrobky tvořené saténovou textilií, která je navíc opatřena nežehlivou úpravou, jsou poměrně nákladnými. Uživatel zde tedy klade důraz i na delší životnost výrobku z estetického pohledu.

Stálobarevnost těchto textilií je tedy závislá na intenzitě odepírání reaktivního barviva, které bylo na textilií aplikováno tiskem. Konkrétně byly zkušební vzorky této textilie opatřeny barvami v odstínech černé, červené a světle šedé. Avšak barvou, která podléhala vyhodnocení, byl pouze odstín černé barvy. U této barvy totiž dochází k nejviditelnější změně odstínu a je tak možné určit nejpřesněji barevnou odchylku v odstínu textilie po jednotlivých cyklech praní.



Obrázek 32: Graf výsledných hodnot stálobarevnosti saténového povlečení.

Tabulka 16: Statistické vyhodnocení stálobarevnosti veškerých pracích prostředků u saténového povlečení.

Statistická veličina	Bez vyprání	Po 1. cyklu	Po 3. cyklu	Po 5. cyklu	Po 10. cyklu
Průměrný stupeň šedé stupnice	4,5	4	3,8	3,3	2,8
Směrodatná odchylka	0,000	0,548	0,510	0,245	0,245
Konfidence (pro 95 % IS)	0,000	0,480	0,447	0,215	0,215

Graf (viz Obr. 32) poukazuje na skutečnost, že sytost vybarvení textilie bez vyprání není rovna nejlepšímu stupni 5 šedé stupnice a její hodnota tedy začíná až na

stupni 4,5. Od tohoto stavu již dochází k značně nerovnoměrným výsledkům a to zejména po 1. a 3. cyklu. Po prvním cyklu dochází k značnému zhoršení stálobarevnosti u prostředku Organic s dezinfekční složkou, kdy dosahuje stupně 3, což je poměrně zásadní změna odstínu o 1,5 stupně oproti výchozí hodnotě. Ostatní prostředky dosahují po prvním cyklu poměrně totožných hodnot s maximálním rozdílem půl stupně.

Po 3. cyklu je naprosto zřejmé, že prostředek Persil ve formě gelu je k vybarvení textilie mnohem šetrnější, než ostatní prostředky. Paradoxním je ovšem fakt, že oproti tomu prostředek Persil v sypké formě dosahuje o 1,5 stupně horší hodnoty. Vyhodnocení po 5. cyklu již vykazuje určité ustalování rozdílů mezi odstíny textilie, když hodnoty vybarvení dosahují hodnot 3 a 3,5 stupně šedé stupnice. Tutéž skutečnost lze popsat i po 10. cyklu, kdy se stupně stálobarevnosti pohybují mezi hodnotou 3 a 2,5, přičemž nejhorších hodnot dosáhl prostředek Organic ve formě gelu a prostředek Persil ve formě prášku.

Může být tedy utvořen závěr, že vliv prostředků Organic a Persil na stálobarevnost saténové textilie opatřené reaktivním barvivem, je mírně nerovnoměrný. Jedná se zejména o první prací cykly, které textilie absolvovala. Je rovněž patrné, že prostředky Persil ve formě gelu jsou zpočátku k těmto textiliím šetrnější, avšak v konečném výsledku je účinnost všech prostředků takřka srovnatelná. Běžný uživatel tak není schopen rozpoznat jakýkoliv rozdíl ve výsledném odstínu textilie.

3.5.5 Shrnutí:

Provedenou zkouškou bylo prokázáno, že intenzita odepírání barviva u prostředků Organic a Persil je takřka srovnatelná. Avšak po prvních cyklech je možné vysledovat určité rozdíly v intenzitě působení jednotlivých prostředků, které vedly k barevným odchylkám textilie. Dobrým příkladem je poměrně markantní propad stálobarevnosti u zkušebního vzorku saténového povlečení, který byl vyprán v prostředku Organic s dezinfekční složkou. Došlo zde k zhoršení odstínu textilie z původního stupně 4,5 až ke stupni 3 a to již po prvním pracím cyklu. Přitom stupněm 3 byly v celkovém měřítku hodnoceny textilie až po 5., či spíše 10. cyklu, kdy vykazují již značný stupeň odeprání barviva.

Protože se však u těchto výrobků nepředpokládá jejich vyřazení z užívání již po několika cyklech praní, je důležité srovnávat zejména hodnoty, které byly zjištěny po 5. a 10. pracím cyklu. Ty se blíží nejčastěji 3. nebo 2,5. stupni šedé stupnice, což lze hodnotit jako značnou změnu odstínu textilie oproti původnímu stavu. Avšak nebyly zde již zjištěny nějaké výraznější odlišnosti ve výsledných hodnotách. To vede ke konstatování, že prostředky Organic i Persil vykazují takřka srovnatelnou šetrnost k udržovaným textiliím po vyšším počtu pracích cyklů. Výrobce prostředků Organic tedy ne zcela správně definuje schopnost svých výrobků. Jeho prostředky jsou šetrné k barvám udržovaných výrobků, avšak tato schopnost nikterak nepřevyšuje běžné syntetické detergenty.

Stále však přetrvává položená otázka, zda jsou prostředky Organic opravdu šetrnější k textiliím, z pohledu pomalejšího odepírání vláken resp. snižování objemu a hmotnosti textilie. Tuto skutečnost však není možné prokázat, pokud nebudou provedeny zkoušky pro zjištění míry odepírání vlákna textilie souběžně se zjištěním, v jaké míře dochází k tzv. inkrustaci. Inkrustace je jev, při kterém dochází k zapírání textilie částicemi pracího prostředku, jako jsou plnidla a aktivací přísady, čímž je zvyšována hmotnost textilie. Prostředky Organic tyto složky neobsahují a výrobce deklaruje, že nedochází k inkrustaci zdaleka v takové míře, jako u běžných syntetických prostředků. Inkrustace má rovněž poměrně zásadní vliv na trvanlivost textilie. Protože při markantním zapírání textilie dochází k tvrdnutí jejího povrchu a tvorbě prasklin v její struktuře, což vede k narušení celkové integrity textilie.

Při tvorbě inkrustace tedy dochází primárně ke zvyšování hmotnosti textilie a výsledné hodnoty při zkoušce odepírání vlákna (snižování hmotnosti) by byly značně zkresleny. Docházelo by zde k paradoxu v podobě následující situace:

- Prostředky Organic, jež podle výrobce odepírají vlákna s mnohem nižší intenzitou a zároveň téměř nedochází k tvorbě inkrustace, dosahují určité hmotnosti, označme X. Pokud tedy zanedbáme tvorbu inkrustace, tak zde dochází pouze ke snižování hmotnosti textilie.
- Oproti tomu prostředky Persil mají odepírat vlákna s vyšší intenzitou a souběžně má docházet i k tvorbě inkrustace, která zpětně hmotnost textilie zvyšuje. Výsledná hodnota, označme Y, se tak může blížit takřka totožné hodnotě X, naměřené u prostředku Organic.

Tento paradox tedy může do výsledných hodnot zanést výše popsanou chybu, která by zcela zásadně ovlivnila hodnocení jednotlivých prostředků. Konkrétně by mohlo dojít k závěru, že se prostředky v zásadě neliší. Proto je nezbytné, provést tyto dvě zkoušky současně, aby byla jasně oddělena míra inkrustace od výsledných hodnot hmotnosti textilie. Měření je však nutné provést po vyšším počtu pracích cyklů (40 až 50), což v tomto případě nebylo možné z časových důvodů postihnout.

4 Závěr

V rešeršní části práce byly identifikovány vlivy praní na životní prostředí a zhodnoceny jejich dopady na něj. Nejpalčivějším problémem vznikajícím v důsledku praní je jednoznačně tzv. eutrofizace povrchových vod, která je současně i jedním z nejzávažnějších vodohospodářských problémů. Tento jev je způsobován nadměrnou produkcí fosforu, který je součástí pracích detergentů, kde plní funkci aktivační přísady. Do povrchových vod je transportován odpadními vodami, do kterých vyúsťuje i voda z pracího procesu. V současné době dochází k odstraňování fosfátových pracích prostředků z veřejného sektoru (v průmyslových je stále obsažen) a jejich nahrazování prostředky zeolitickými. Je však nutné podotknout, že fosfor není produkován jen pracím procesem, tato látka je obsažena i v prostředcích určených pro myčky nádobí.

Druhým problémem vzniklým v důsledku praní je pění povrchových vod, které je způsobeno tenzidickou složkou detergentů. V důsledku pění nemůže docházet k dostatečnému okysličování vody, což vede k úhynu vodních živočichů. I primární schopnost tenzidů, snižovat povrchové napětí, vede k poruchám dýchání ryb a narušování jejich ochranné vrstvy na kůži. Všechny tyto problémy byly zapříčiněny nízkým stupněm biologické degradace tzv. tvrdých tenzidů, kdy docházelo pouze k 35 % snížení povrchové aktivity během 14 dní. Proto bylo nutné nalézt tenzidy, které jsou biologicky snadněji rozložitelné. Dnešní tenzidy vykazují i více jak 90 % snížení povrchové aktivity během 14 dní, díky čemuž je problém s pěním povrchových vod takřka odstraněn.

V další části bylo definováno praní a procesy, ke kterým během praní dochází a jak samotný detergent působí během praní na nečistoty, ulpělé v průběhu užívání na povrchu textilie. Praní bylo rovněž rozděleno podle sektoru a zařízení, ve kterém probíhá.

Výsledky a výstupy experimentální části práce je nutné rozdělit podle jednotlivých zkoušek. Je třeba podotknout, že prováděné zkoušky mezi sebou postrádají jakoukoliv souvislost. Zkouška, která měla za úkol zjistit, zda je možno běžnými pracími prostředky textiliím a výrobkům dodat antibakteriální ochranu, se vykazuje následujícími výsledky: Dobrého antibakteriálního efektu bylo dosaženo pouze ve 3 případech (2 u prostředků Organic, 1 u prostředků Persil) z celkových 50, což nelze

považovat za pozitivní výsledek. Je tedy možno konstatovat, že prací prostředky Persil a Organic nemají schopnost dodávat textiliím antibakteriální ochranu. Zkouška však byla vyhodnocena i z pohledu, zda mají výrobky s přídavkem Ag⁺ opravdu schopnost antibakteriální ochrany. U zkoušených výrobků nebyla prokázána očekávaná účinnost, proto lze říci, že v tomto případě se jedná pouze o marketingový tah výrobce za účelem vyššího zisku.

U zkoušky, jež se zabývala srovnáním prostředků, z pohledu zda ovlivňují výsledné pH vodného výluhu textilie po jejím zátěžovém použití, lze utvořit závěr, že: Naměřené hodnoty byly ovlivněny zejména použitým umělým potem (alkalickým nebo kyselým) a extrakčním roztokem (destilovanou vodou). Ovlivnění ze strany prostředků bylo v měřítku hodnot pH poměrně malé až nevýznamné. Zajímavějších hodnot by bylo pravděpodobně dosaženo, pokud by bylo použito agresivnějších potů se zásaditějšími resp. kyselejšími hodnotami, než tomu bylo v tomto případě.

Zřejmě nejdůležitější prováděnou zkouškou, bylo testování v jaké míře prostředky Organic a Persil zvyšují schopnost textilie přijímat kapalinu. Zkouška byla prováděna postupem vztlínání, tedy zkouškou, která je založena na principu transportu kapaliny do textilie jejím průřezem směrem vzhůru. Výsledky vypovídají o tom, že prostředky Persil takřka u všech zkoušených materiálů zvyšují schopnost textilie přijímat kapalinu ve větší míře, než prostředky Organic. Lze však říci, že i přes tuto skutečnost prostředky Organic dodávají textiliím dostatečnou savost a jsou syntetickým detergentům konkurenceschopné, v některých případech dokonce zcela srovnatelné (např. u bělených ručníků).

Avšak u saténového povlečení s aplikací nežehlivé úpravy, vypraných v prostředcích Organic, dochází k závažnému stavu. Dochází k takřka naprostému zastavení savosti po 1. a 5. pracím cyklu, kdy se naměřené hodnoty blíží 0. Po 10. cyklu dochází k opětovnému zvýšení savosti, což je zřejmě zapříčiněno poměrně značným mechanickým opotřebením textilie. K tomuto zastavení savosti dochází s nejvyšší pravděpodobností v důsledku reakce glycerinu, který je obsažen v prostředcích Organic, s jednou či více složkami nežehlivé nebo měkkčící úpravy saténové textilie. Pro výrobce je tato skutečnost velmi závažnou, protože může vést k odlivu jeho zákazníků. Mělo by proto dojít k dalšímu šetření, které by našlo skutečný důvod tohoto stavu a potvrdilo tak, či vyvrátilo domněnku o reakci glycerinu se složkami úprav textilie.

Zkouška stálobarevnosti se zaměřila na zjištění, s jakou intenzitou dochází u prostředků Persil a Organic k odepírání barviva a změně barevného odstínu textilie. Protože hodnocení neprobíhalo objektivní metodou, je nutné brát jednotlivé hodnoty šedé stupnice s určitou tolerancí $\pm 0,5$ stupně. Přesto, že dochází k určitým odchylkám po 1. či 3. pracím cyklu, jsou rozdíly takřka ve všech případech smazány po 5. maximálně 10. cyklu, kdy se výsledky již téměř neliší. Z výsledků tedy vyplývá, že mezi prostředky není v tomto případě takřka žádný rozdíl. Intenzita odepírání barviva a změna odstínu vybarvení je tak naprosto srovnatelná. Přesto zůstává otázka, zda jsou prostředky Organic šetrnější k textiliím z pohledu pomalejšího odepírání vláken resp. snižování hmotnosti a objemu textilie. Tuto skutečnost však není možné prokázat, pokud nebudou provedeny zkoušky pro zjištění míry odepírání vlákna textilie souběžně se zjištěním, v jaké míře dochází k tzv. inkrustaci. Námětem dalšího zkoumání by proto mělo být současné provedení těchto dvou zkoušek, aby byla jasně oddělena míra inkrustace od výsledných hodnot hmotnosti textilie.

Z výsledků zkoušek a průběhu pracího procesu lze pro výrobce interpretovat následující doporučení: V pracím procesu vyvstává problém s dávkováním prostředku ve formě vloček. Praní probíhalo ve velmi měkké vodě, proto bylo zvoleno nejnižší možné dávkování prostředku. Přestože bylo dodrženo přesné dávkování obou složek prostředku (vloček a sody), docházelo k silnému pění, které zaplnilo celý buben pračky a vytékalo přepadem ven z pračky. Bylo by tedy vhodné, aby došlo ze strany výrobce k přehodnocení dávkování prostředku. Rovněž by mělo dojít k zhodnocení významu prostředku Organic ve formě gelu s dezinfekčním účinkem, který v provedených měřeních nevykázal antibakteriální účinek, jak deklaruje výrobce a i v dalších zkouškách byl horším, než ostatní prostředky.

Firma Tanex by se neměla zaměřovat na deklarování konkrétních specifických vlastností svých produktů, ale měla by jasně poukazovat na skutečnost, že prostředky Organic jsou ekologické a nezatěžují životní prostředí v takové míře jako syntetické detergenty. Běžný spotřebitel totiž mnohým definicím a specifikacím prostředků neporozumí, nebo v něm tato skutečnost nevytváří dostatečnou motivaci pro koupi tohoto produktu. Výhodou prostředků Organic totiž zůstává právě jejich jednoduchá podstata, která je tvořena mýdlem, ze které vyplývá i jejich snadná odbouratelnost v odpadních vodách. O prostředcích Organic lze rovněž říci, že jsou kompaktními

pracími prostředky (bez obsahu plnidel), se kterými se trh doposud nenaučil účinněji pracovat. K zvýšení počtu uživatelů prostředků Organic může napomoci i skutečnost, pokud jeden ze známých výrobců (např. Henkel) uvede na trh vlastní kompaktní prostředek. Zákazník totiž teprve v případě srovnání produktů známého výrobce s prostředky Organic zjistí, že dostává do rukou takřka srovnatelný prací prostředek s nízkým dávkováním, srovnatelnou prací účinností a navíc i s přírodní ekologickou podstatou.

Právě ekologická stránka těchto produktů by tedy měla být hlavním marketingovým tahem výrobce, protože existuje již značně rozsáhlý segment trhu, který tyto výrobky požaduje a vyhledává. Mnoho lidí se snaží co nejméně zatěžovat životní prostředí a výrobce by tedy měl spotřebitele upozornit zejména na to, že mu poskytuje ekologický a k životnímu prostředí šetrný prostředek, jež se ztotožňuje s jeho ideály.

Seznam použité literatury

- [1] MACHAŇOVÁ D., PRÁŠIL M. *Ekologické aspekty textilních technologií*. TUL Liberec 2007.
- [2] YVONNA GAILLYOVÁ. *Ekoporadna* [online]. Jak snížit zatížení životního prostředí při praní? Vystaveno roku 2010 [cit. 14. 12. 2010] http://www.ekoporadna.cz/wiki/doku.php?id=prani:jak_snizit_zatizeni_ziv_otniho_prostredi_pri_prani
- [3] VLADIMÍR KOČÍ. *Ústav chemie ochrany prostředí VŠCHT* [online]. Prací prostředky způsobující eutrofizaci. Vystaveno roku 2005 [cit. 16. 12. 2010] <http://ekotoxikologie.sweb.cz/toxlab/knihovna/detergenty.htm>
- [4] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Program na snížení znečištění povrchových vod nebezpečnými závadnými látkami a zvláště nebezpečnými závadnými látkami*. MŽP ČR Praha 2009.
- [5] YVONNA GAILLYOVÁ. *Ekoporadna* [online]. Jaká je výhoda kompaktních pracích prostředků? Vystaveno roku 2010 [cit. 19. 12. 2010] http://www.ekoporadna.cz/wiki/doku.php?id=prani:jaka_je_vyhoda_kompaktnich_pracich_prostredku
- [6] YVONNA GAILLYOVÁ. *Ekoporadna* [online]. Jsou avivážní prostředky pro máchání šetrné k životnímu prostředí? Vystaveno roku 2010 [cit. 20. 12. 2010] http://www.ekoporadna.cz/wiki/doku.php?id=prani:jsou_avivazni_prostredky_pro_machani_setrne_k_zivotnimu_prostredi
- [7] YVONNA GAILLYOVÁ. *Ekoporadna* [online]. Jak lze šetrně odstranit skvrny? Vystaveno roku 2010 [cit. 20. 12. 2010] http://www.ekoporadna.cz/wiki/doku.php?id=prani:jak_lze_setrne_odstranit_skvrny
- [8] PENZOVÁ J. *Antibakteriální vlákna*. Diplomová práce TUL Liberec 2005.
- [9] *Antibacteria*. [online] Technologie iontů Ag⁺. Vystaveno roku 2005 [cit. 29. 12. 2010] <http://www.antibacteria.cz/>
- [10] JUSTINE MODER. *Organismal biology* [online]. How does E. coli interact with other organisms? Vystaveno roku 2008 [cit. 2. 1. 2011] http://bioweb.uwlax.edu/bio203/s2008/moder_just/interaction.htm

- [11] *Centers for disease control and prevention* [online]. Vystaveno roku 2008 [cit. 2. 1. 2011] http://phil.cdc.gov/PHIL/Images/7821/7821_lores.jpg
- [12] PALLEN M. J., NELSON K. E., PRESTON G. M. *Bacterial pathogenomics*. ASM Press Washington 2007.
- [13] JIŘÍ SHINDLER. *Ze života bakterií*. Academia Praha 2008.
- [14] *Verkon* [online]. Vystaveno roku 2009 [cit. 10. 1. 2011] <http://www.verkon.cz/ionometry-eutech-cyberscan/?keyword=Ionometr+stoln%C3%AD+CyberScan+pH%2FION+510%2C+EUTECH>
- [15] VÍTEK A. *Wikipedia* [online]. Schéma molekuly mýdla. Vystaveno roku 2006 [cit. 20. 2. 2011] http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Molekula_m%C3%BDdla.PNG
- [16] WIENER J. *Vzlínání kapaliny do textilií*. Habilitační práce TUL Liberec 2006.
- [17] *Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 648/2004*. EU 2004.
- [18] PALČÍK J. *Eutrofizace na vodní nádrži Plumlov*. ASIO news. 2008, ročník 7., číslo 42. [cit. str. 13-14].
- [19] *Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) COD 2010/0298*. EU. 2010.
- [20] ŠMIDRKAL J. *Tenzidy a detergenty dnes*. Chemické listy 1999.
- [21] ZAJÍCOVÁ M. *Hodnocení obsahu tenzidu ve vodách*. Bakalářská práce VUT v Brně 2009.
- [22] PITTER, P. *Hydrochemie*. VŠCHT Praha 1999.
- [23] MACHAŇOVÁ D. *Předúprava textilií*. TUL Liberec 2005.
- [24] KOMISE EVROPSKÝCH SPOLEČENSTVÍ. *Zpráva komise radě a evropskému parlamentu*. Brusel 2007.
- [25] *Zdraví a příroda* [online]. Vystaveno roku 2010 [cit. 28. 3. 2011] <http://www.zdraviapriroda.cz/pro-vas/eutrofizace-vod/>
- [26] MACHAŇOVÁ D. *Předúprava textilií I*. TUL Liberec 2008.
- [27] PIVOŇKOVÁ L. *Čištění a údržba textilií-oděvů* [online]. Vystaveno roku 2007 [cit. 29. 3. 2011] www.divciskola.cz/vyuka/pivonkova/cisteni.doc
- [28] PATNAIK A. *Wetting and wicking in fibrous materials*. Textile institute Manchester 2006.
- [29] *Persil* [online]. Vystaveno roku 2008 [cit. 20. 2. 2011] http://www.persil.cz/prani/ochrana_zivotniho_prostredi/
- [30] *Henkel* [online]. Vystaveno roku 2006 [cit. 20. 2. 2011] <http://www.henkel.cz>

- [31] Vitrum [online]. Vystaveno roku 2010 [cit. 24. 2. 2011] http://www.vitrum.cz/ionometr-stolni-cyberscan-ph-ion-510_k682_p1690.html
- [32] Wikipedia [online]. Instrumentální metody měření pH. Vystaveno roku 2009 [cit. 24. 2. 2011] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselost>
- [33] ČSN EN ISO 20645 (80 0885). *Plošné textilie – Zjišťování antibakteriální aktivity – Zkouška šíření agarovou destičkou*. Katalogové číslo: 72876. Vydána: 06. 2005. Účinnost: 2005-07-01.
- [34] ČSN EN 1413 (80 0066). *Textilie – Zjišťování hodnoty pH vodného výluhu*. Katalogové číslo: 54946. Vydána: 01. 1999. Účinnost: 2006-10-01.
- [35] ČSN EN ISO 105-E04 (80 0165). *Textilie – Zkoušky stálobarevnosti – Část E04: Stálobarevnost v potu*. Katalogové číslo: 83548. Vydána: 01. 1998. Účinnost: 2009-07-01.
- [36] ČSN 80 0828. *Plošné textilie – Stanovení savosti vůči vodě – Postup vztlínáním*. Katalogové číslo: 31540. Vydána: 10. 1992. Účinnost: 1992-11-01.
- [37] ČSN EN ISO 105-C06 (80 0123). *Textilie – Zkoušky stálobarevnosti – Část C06: Stálobarevnost v domácím a komerčním praní*. Katalogové číslo: 53078. Vydána: 09. 1998. Účinnost: 2010-11-01.
- [38] TZÚ [online]. Stálobarevnost textilních výrobků. Vystaveno roku 2002. [cit. 12. 3. 2011] http://www.tzu.cz/get_dokument.php?ID=143
- [39] KRYŠTŮFEK, J., WIENER, J. *Barvení textilií I*. TUL Liberec 2008.
- [40] SEDLÁŘOVÁ M., MEDKOVÁ J. *Bakterie a vnější prostředí*. UP Olomouc 2010.

Seznam použitých obrázků

- Obr. č. 1 Podíl jednotlivých zdrojů na celkovém obsahu fosforu v povodí Labe v polovině 90. let.
- Obr. č. 2 Eutrofizací zasažená hladina povrchové vody.
- Obr. č. 3 Vlevo pohled na krystaly zeolitu A, vpravo krystalická struktura zeolitů.
- Obr. č. 4 Schéma protiproudého praní, kdy znečištěné zboží jde v opačném směru šroubovitého pohybu prací lázně, čísla 1, 2, 3, 4 znázorňují prací oddíly.
- Obr. č. 5 Převedení nečistoty z textilie do prací lázně pomocí tenzidů resp. micely.
- Obr. č. 6 Vzorec mýdla, který znázorňuje nepolární a polární část molekuly.
- Obr. č. 7 Proces solubilizace při němž dochází k obalení nečistoty (v tomto případě částěčku tuku) micelou a jejímu převedení z textilie do prací lázně.
- Obr. č. 8 Barevné odstíny použitých napínacích prostěradel.
- Obr. č. 9 Saténové povlečení potištěné reaktivním barvivem.
- Obr. č. 10 Froté ručníky v použitých odstínech červené a bílé barvy.
- Obr. č. 11 Profesionální pračka Miele Professional W 6071.
- Obr. č. 12 Graf antibakteriálního účinku znázorňuje působení vnějších faktorů na nárůst resp. úhyn počtu bakterií a udává možné eventuality jeho vývoje.
- Obr. č. 13 Tyčinkovité bakterie *Escherichia coli*.
- Obr. č. 14 Kokovité bakterie *Staphylococcus aureus*.
- Obr. č. 15 Zkušební vzorek materiálu spodního prádla (95 % Modal/ 5 % Elastan) vypraný v prostředku Organic ve formě gelu, kdy došlo k inhibici vůči bakterii *Escherichia coli* a vzniku inhibiční zóny v okolí vzorku v průměrné šíři 4 mm.
- Obr. č. 16 Přístroj pro zjišťování hodnoty pH CyberScan pH 510.
- Obr. č. 17 Graf naměřených hodnot pH vodného výluhu v alkalickém potu.
- Obr. č. 18 Graf naměřených hodnot pH vodného výluhu v kyselém potu.
- Obr. č. 19 Zkušební vzorky materiálu, upevněné v rámečku a ponořeny přesahujícími konci do obarveného roztoku.
- Obr. č. 20 Graf výsledných hodnot savosti napínacích prostěradel ve směru sloupců.
- Obr. č. 21 Graf výsledných hodnot savosti napínacích prostěradel ve směru sloupců.
- Obr. č. 22 Graf výsledných hodnot savosti červených ručníků ve směru osnovy.

- Obr. č. 23 Graf výsledných hodnot savosti červených ručníků ve směru útku.
- Obr. č. 24 Graf výsledných hodnot savosti bílých ručníků ve směru osnovy.
- Obr. č. 25 Graf výsledných hodnot savosti bílých ručníků ve směru osnovy.
- Obr. č. 26 Graf výsledných hodnot savosti saténového povlečení ve směru osnovy.
- Obr. č. 27 Graf výsledných hodnot savosti saténového povlečení ve směru útku.
- Obr. č. 28 Textilie vypraná v prostředku Organic ve formě vloček (po 1.pracím cyklu), na kterou byla rozlita voda, se chová silně hydrofobně.
- Obr. č. 29 Šedá stupnice pro posuzování stálobarevnosti textilie.
- Obr. č. 30 Graf výsledných hodnot stálobarevnosti napínacích prostěradel skořicové barvy.
- Obr. č. 31 Graf výsledných hodnot stálobarevnosti červených ručníků.
- Obr. č. 32 Graf výsledných hodnot stálobarevnosti saténového povlečení.

Seznam použitých tabulek

Tab. č. 1	Imisní a emisní standardy maximálního povoleného obsahu fosforu v odpadních a následně povrchových vodách.
Tab. č. 2	Příklad zastoupení jednotlivých složek u bezfosforečnanových a fosforečnanových pracích prostředků.
Tab. č. 3	Stupnice, podle které byl hodnocen stupeň inhibice textilie vůči bakteriím.
Tab. č. 4	Výsledné hodnoty pH vodného výluhu textilie v alkalickém potu.
Tab. č. 5	Výsledné hodnoty pH vodného výluhu textilie v kyselém potu.
Tab. č. 6	Srovnání pracích prostředků mezi sebou po jednotlivých pracích cyklech ve směru sloupců textilie.
Tab. č. 7	Srovnání pracích prostředků mezi sebou po jednotlivých pracích cyklech ve směru řádků textilie.
Tab. č. 8	Srovnání pracích prostředků mezi sebou po jednotlivých pracích cyklech ve směru osnovy textilie.
Tab. č. 9	Srovnání pracích prostředků mezi sebou po jednotlivých pracích cyklech ve směru útku textilie.
Tab. č. 10	Srovnání pracích prostředků mezi sebou po jednotlivých pracích cyklech ve směru osnovy textilie.
Tab. č. 11	Srovnání pracích prostředků mezi sebou po jednotlivých pracích cyklech ve směru útku textilie.
Tab. č. 12	Srovnání pracích prostředků mezi sebou po jednotlivých pracích cyklech ve směru osnovy textilie.
Tab. č. 13	Srovnání pracích prostředků mezi sebou po jednotlivých pracích cyklech ve směru útku textilie.
Tab. č. 14	Statistické vyhodnocení stálobarevnosti veškerých pracích prostředků u napínacích prostěradel skořicové barvy.
Tab. č. 15	Statistické vyhodnocení stálobarevnosti veškerých pracích prostředků u červených ručníků.
Tab. č. 16	Statistické vyhodnocení stálobarevnosti veškerých pracích prostředků u saténového povlečení.
Tab. č. 17	Inhibice vůči bakterii Escherichia coli. (Příloha 1)

Tab. č. 18 Inhibice vůči bakterii *Staphylococcus aureus*. (Příloha 2)

Příloha

Příloha 1:

Tabulka 17: Inhibice vůči bakterii *Escherichia coli*.

Inhibice vůči bakterii <i>Escherichia coli</i>					
Prací prostředek	Ponožky 100 % Ba	Ponožky 75% Ba/ 25 % PES	Ponožky 80 % Ba/ 20 % PAD + Ag	Spodní prádlo 100 % Ba	Spodní prádlo 95 % Modal/ 5% Elastan
Organic vločky	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt
Organic gel	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Dobrý efekt
Organic gel s dez. účin.	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt
Persil prášek	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt
Persil gel	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt

Příloha 2:

Tabulka 18: *Inhibice vůči bakterii Staphylococcus aureus.*

Inhibice vůči bakterii Staphylococcus aureus					
Prací prostředek	Ponožky 100 % Ba	Ponožky 75% Ba/ 25 % PES	Ponožky 80 % Ba/ 20 % PAD + Ag	Spodní prádlo 100 % Ba	Spodní prádlo 95 % Modal/ 5% Elastan
Organic vložky	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt
Organic gel	Nedostatečný efekt	Dobrý efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt
Organic gel s dez. účin.	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt
Persil prášek	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Dobrý efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt
Persil gel	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt	Nedostatečný efekt